

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

0350
O I P E J C 177
DEC 12 2003
PATENT & TRADEMARK OFFICE
In re

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

)

•

)

•

(

;

•

)

•

)

.

;

December 12, 2003

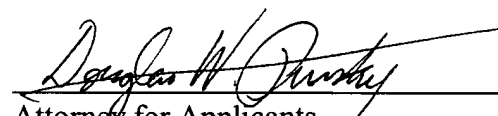
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is a certified copy of the following Japanese application:

2002-201875, filed July 10, 2002.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our below-listed address.

Respectfully submitted,


Attorney for Applicants
Douglas W. Pinsky
Registration No. 46,994

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

DWP/tmc

DC_MAIN 152464v1

10/614,029 CT-01731
US
/m

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 7 月 1 0 日
Date of Application:

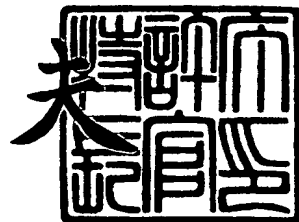
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 0 1 8 7 5
Application Number:
[ST. 10/C] : [J - P 2 0 0 2 - 2 0 1 8 7 5]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 2 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 0 0 3 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 4662003

【提出日】 平成14年 7月10日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/05

【発明の名称】 液体吐出ヘッドおよび、該ヘッドの製造方法

【請求項の数】 14

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 久保田 雅彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 檜山 亘

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088328

【弁理士】

【氏名又は名称】 金田 暢之

【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】

【識別番号】 100106297

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 克博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106138

【弁理士】

【氏名又は名称】 石橋 政幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 089681

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液体吐出ヘッドおよび、該ヘッドの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液滴を吐出させるためのエネルギーを発生する吐出エネルギー発生素子と、

前記吐出エネルギー発生素子が主面に設けられた素子基板と、

液滴を吐出する吐出口を有する吐出口部、前記吐出エネルギー発生素子によって内部の液体に気泡を発生させる発泡室、および前記発泡室に液体を供給するための供給路を有するノズルと、前記ノズルに液体を供給するための供給室とを有し、前記素子基板の主面に接合されたオリフィス基板とを備えた液体吐出ヘッドにおいて、

前記発泡室は、前記素子基板の主面を底面とし前記供給路と連通していて前記吐出エネルギー発生素子によって内部の液体に気泡が発生する第 1 の発泡室と、前記第 1 の発泡室と連通する第 2 の発泡室とからなり、かつ、前記第 2 の発泡室と前記吐出口部とが連通しており、前記基板に対して垂直な方向で、前記第 2 の発泡室の下面の中心軸と、前記第 2 の発泡室の上面の中心軸とが一致しており、

かつ、前記第 2 の発泡室の中心軸に対する上面の断面積が、前記第 2 の発泡室の中心軸に対する下面の断面積より小さく、かつ、前記第 2 の発泡室の下面から上面に、中心軸方向の断面積が連続して変化しており、

前記第 1 の発泡室の前記素子基板の主面に平行な上面の、前記第 2 の発泡室に連通する開口に接する周辺部分には、該開口を取り囲んで前記素子基板の主面方向に向かう突起が連続して形成されている、ことを特徴とする液体吐出ヘッド。

【請求項 2】 前記第 2 の発泡室の側壁面は、前記素子基板の主面に直交する平面に対し、 $10 \sim 45^\circ$ の傾斜で前記第 2 の発泡室の下面から上面に中心軸方向の断面積が連続して変化している、請求項 1 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 3】 前記第 1 の発泡室は、平行状態に配列された複数の前記ノズルを個々のノズルに区分するためのノズル壁に 3 方向が囲まれており、

前記吐出口部の壁面は、前記素子基板の主面に直交する平面に対し、平行である、請求項 1 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 4】 前記第 1 の発泡室は、平行状態に配列された複数の前記ノズルを個々のノズルに区分するためのノズル壁に 3 方向が囲まれており、

前記吐出口部の壁面は、前記素子基板の主面に直交する平面に対し、 10° 以下のテーパを有する、請求項 1 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 5】 前記供給路の前記供給室側の前記素子基板の主面に平行な上面は、前記第 1 の発泡室の上面と同一平面で連続する前記供給路の上面に対して高くなっていて、段差によって接続されており、

前記供給路の前記素子基板の表面からの最大高さが、前記素子基板の表面から前記第 2 の発泡室の上面までの高さよりも低い、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 6】 前記供給路の少なくとも一部において、液体の流動方向に直交する平面上での前記供給路の幅が、前記オリフィス基板の厚み方向に沿って変化している、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 7】 さらに、前記ノズルは、前記吐出口から前記供給室に至る流路の断面積が複数の段階で変化するように構成されている、請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 8】 前記ノズルは、前記吐出口から液滴が飛翔される吐出方向と、前記供給路内を流動する液体の流動方向とが直交するように形成されている、請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 9】 前記ノズルは、前記第 1 の発泡室、第 2 の発泡室および吐出口部の体積の総和が、前記供給路の体積より小さくなるように形成されている、請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 10】 前記吐出エネルギー発生素子によって発生する気泡が、前記吐出口を介して外気に通気されている、請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 11】 前記オリフィス基板には、それぞれの前記吐出エネルギー発生素子に対応する前記ノズルが複数設けられており、複数の前記ノズルは各ノズルの長手方向が平行になるように配列された第 1 のノズル列と、前記供給室を間に挟んで前記第 1 のノズル列に対向する位置に各ノズルの長手方向が平行になる

ように配列された第2のノズル列とに区分され、

前記第2のノズル列の前記各ノズルの長手方向の中心線は、前記第1のノズル列の前記各ノズルの長手方向の中心線に対して、隣接する前記各ノズル間のピッチの1/2ピッチずれて配列されている、請求項1から請求項10のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項12】 液滴を吐出させるためのエネルギーを発生する吐出エネルギー発生素子と、

前記吐出エネルギー発生素子が主面に設けられた素子基板と、

液滴を吐出する吐出口を有する吐出口部、前記吐出エネルギー発生素子によって内部の液体に気泡を発生させる発泡室、および前記発泡室に液体を供給するための供給路を有するノズルと、前記ノズルに液体を供給するための供給室とを有し、前記素子基板の主面に接合されたオリフィス基板とを備えた液体吐出ヘッドの製造方法において、

吐出エネルギー発生素子が主面に設けられた素子基板上に、第1の発泡室と供給路とのパターンを形成するための溶剤可溶型の熱架橋性有機樹脂を塗布し、加熱させて、熱架橋膜を形成する工程と、

前記熱架橋膜上に、第2の発泡室のパターンを形成するための溶剤可溶型の有機樹脂を塗布する工程と、

前記第2の発泡室のパターンを形成するために、前記有機樹脂を260～330nm領域のNear-UV光を使用して、露光・現像する工程であって、かつ、その現像時に、前記第2の発泡室を形成するためのパターンの近傍の、前記第1の発泡室と前記供給路とを形成するための前記熱架橋性有機樹脂上に連続した凹部を形成する工程と、

露光・現像し、パターン形成を行った前記有機樹脂をガラス転移点以下の温度で、加熱することで、10～45°の傾斜を形成する工程と、

前記熱架橋膜を210～330nm領域のDeep-UV光を使用して、露光・現像する工程と、

2層の前記溶剤可溶膜により形成された流路パターン上に、ネガ型有機樹脂を塗布・露光・現像・加熱することで、吐出口部を有するオリフィス基板を積層す

る工程と、

前記オリフィス基板を介して、下層に形成した2層の前記流路形成有機樹脂に Deep-UV 光を照射し、溶剤による除去を行い、液滴を吐出する前記吐出口部、前記吐出エネルギー発生素子によって気泡が発生する発泡室、および前記発泡室に液体を供給するための供給路を有するノズルと、前記ノズルに液体を供給するための供給室とを有し、前記素子基板の主面に接合されたオリフィス基板を形成する工程と、を有することを特徴とする液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 13】 前記第1の発泡室と前記供給室との前記素子基板上の高さは、 $5 \sim 20 \mu\text{m}$ であり、前記素子基板の主面に直交する平面に対し、 $0 \sim 10^\circ$ の傾斜をもって形成される、請求項 12 に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 14】 前記第1の発泡室と前記供給路とを形成する熱架橋性有機樹脂が、メタクリル酸メチルを主成分とし、メタクリル酸および、メタクリル酸エステル系と共重合されて合成される材料を塗布溶剤に溶解させて形成される、請求項 12 または請求項 13 に記載の液体吐出ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばインク滴等の液滴を吐出させて記録媒体に記録を行うための液体吐出ヘッドとその製造方法に関し、特にインクジェット記録を行う液体吐出ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】

インクジェット記録方式は、いわゆるノンインパクト記録方式の一つである。このインクジェット記録方式は、記録時に発生する騒音が無視し得る程度に小さく、高速記録が可能である。また、インクジェット記録方式は、種々の記録媒体に対して記録が可能であり、いわゆる普通紙に対しても特別な処理を必要とせずインクが定着して、しかも高精細な画像が廉価に得られることを挙げることができる。このような利点から、インクジェット記録方式は、コンピュータの周辺機器としてのプリンタばかりでなく、複写機、ファクシミリ、ワードプロセッ

サ等の記録手段として近年急速に普及している。

【0003】

一般的に利用されているインクジェット記録方式のインク吐出方法には、インク滴を吐出するために用いられる吐出エネルギー発生素子として、例えばヒータ等の電気熱変換素子を用いる方法と、例えばピエゾ素子等の圧電素子を用いる方法とがあり、いずれの方法でも電気信号によってインク滴の吐出を制御することができる。電気熱変換素子を用いるインク吐出方法の原理は、電気熱変換素子に電圧を印加することにより、電気熱変換素子近傍のインクを瞬時に沸騰させて、沸騰時のインクの相変化により生じる急激な気泡の成長によってインク滴を高速に吐出させる。一方、圧電素子を用いるインク吐出方法の原理は、圧電素子に電圧を印加することにより、圧電素子の変位してこの変位時に発生する圧力によってインク滴を吐出させる。

【0004】

そして、電気熱変換素子を用いるインク吐出方法は、吐出エネルギー発生素子を配設するためのスペースを大きく確保する必要がなく、液体吐出ヘッドの構造が簡素で、ノズルの高集積化が容易であること等の利点がある。一方で、このインク吐出方法の固有の短所としては、電気熱変換素子が発生する熱等が液体吐出ヘッド内に蓄熱されることによって、飛翔するインク滴の体積が変動することや、消泡によって生じるキャビテーションが電気熱変換素子に及ぼす悪影響や、インク内に溶け込んだ空気が液体吐出ヘッド内の残留気泡となることで、インク滴の吐出特性や画像品質に及ぼす悪影響等があった。

【0005】

これらの問題を解決する方法としては、特開昭54-161935号公報、特開昭61-185455号公報、特開昭61-249768号公報、特開平4-10941号公報に開示されたインクジェット記録方法および液体吐出ヘッドがある。すなわち、上述した公報に開示されたインクジェット記録方法は、記録信号によって電気熱変換素子を駆動させて発生した気泡を外気に通気させる構成となっている。このインクジェット記録方法を採用することにより、飛翔するインク滴の体積の安定化を図り、微少量のインク滴を高速に吐出することが可能とな

り、気泡の消泡時に発生するキャビテーションを解消することでヒータの耐久性の向上を図ること等が可能となり、更なる高精細画像が容易に得られるようになる。上述した公報において、気泡を外気に通気させるための構成としては、電気熱変換素子と吐出口との間の最短距離を、従来に比して大幅に短くする構成が挙げられている。

【0006】

この種の従来の液体吐出ヘッドについて説明する。従来の液体吐出ヘッドは、インクを吐出させる電気熱変換素子が設けられた素子基板と、この素子基板に接合されてインクの流路を構成するオリフィス基板とを備えている。オリフィス基板は、インク滴を吐出する複数の吐出口と、インクが流動する複数のノズルと、これら各ノズルにインクを供給する供給室とを有している。ノズルは、電気熱変換素子によって内部のインクに気泡が発生する発泡室と、この発泡室にインクを供給する供給路とからなる。素子基板には、発泡室内に位置して電気熱変換素子が配設されている。また、素子基板には、オリフィス基板に隣接している主面の裏面側から供給室にインクを供給するための供給口が設けられている。そして、オリフィス基板には、素子基板上の電気熱変換素子に対向する位置に吐出口が設けられている。

【0007】

以上のように構成された従来の液体吐出ヘッドは、供給口から供給室内に供給されたインクが、各ノズルに沿って供給されて、発泡室内に充填される。発泡室内に充填されたインクは、電気熱変換素子により膜沸騰されて発生する気泡によって、素子基板の主面に対してほぼ直交する方向に飛翔されて、吐出口からインク滴として吐出される。

【0008】

そして、上述した液体吐出ヘッドを備える記録装置は、記録画像の更なる高画質出力、高品位画像、高解像度出力等を図るために、記録速度の更なる高速化が考慮されている。従来の記録装置は、記録速度を高速化するために、液体吐出ヘッドの各ノズルごとに飛翔されるインク滴の吐出回数を増加する、すなわち吐出周波数を高くする試みが、米国特許第4、882、595号や、第6、158、

843号に開示されている。

【0009】

特に、米国特許第6、158、843号には、インクの流路を局所的に狭める空間や突起状の流体抵抗要素を供給口近傍に配設することによって、供給口から供給路へのインクの流れを改善する構成が提案されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した従来の液体吐出ヘッドは、インク滴を吐出する際、発泡室内に成長する気泡によって、発泡室内に充填されたインクの一部が供給路に押し戻されてしまう。このため、従来の液体吐出ヘッドでは、発泡室内のインクの体積が減少することに伴って、インク滴の吐出量が減少するという不都合がある。

【0011】

また、従来の液体吐出ヘッドは、発泡室内に充填されたインクの一部が供給路に押し戻される際に、成長する気泡の供給路側に臨む圧力の一部が、供給路側に逃げ出したり、発泡室内の内壁と気泡との摩擦により圧力損失が発生したりしてしまう。このため、従来の液体吐出ヘッドは、気泡の圧力が低下することに伴って、インク滴の吐出速度が低下するという問題がある。

【0012】

また、従来の液体吐出ヘッドは、発泡室内に成長する気泡によって、発泡室内に充填された微量のインクの体積が変動するため、インク滴の吐出量にバラツキが生じるといった問題もある。

【0013】

そこで、本発明は、液滴の吐出速度の高速化、液滴の吐出量の安定化を図り、液滴の吐出効率を向上することができる液体吐出ヘッドとその製造方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上述した目的を達成するため、本発明に係る液体吐出ヘッドは、液滴を吐出させるためのエネルギーを発生する吐出エネルギー発生素子と、吐出エネルギー発生素子

が主面に設けられた素子基板と、液滴を吐出する吐出口を有する吐出口部、吐出エネルギー発生素子によって内部の液体に気泡を発生させる発泡室、および発泡室に液体を供給するための供給路を有するノズルと、ノズルに液体を供給するための供給室とを有し、素子基板の主面に接合されたオリフィス基板とを備えた液体吐出ヘッドにおいて、発泡室は、素子基板の主面を底面とし供給路と連通していて吐出エネルギー発生素子によって内部の液体に気泡が発生する第1の発泡室と、第1の発泡室と連通する第2の発泡室とからなり、かつ、第2の発泡室と吐出口部とが連通しており、基板に対して垂直な方向で、第2の発泡室の下面の中心軸と、第2の発泡室の上面の中心軸とが一致しており、かつ、第2の発泡室の中心軸に対する上面の断面積が、第2の発泡室の中心軸に対する下面の断面積より小さく、かつ、第2の発泡室の下面から上面に、中心軸方向の断面積が連続して変化しており、第1の発泡室の素子基板の主面に平行な上面の、第2の発泡室に連通する開口に接する周辺部分には、該開口を取り囲んで素子基板の主面方向に向かう突起が連続して形成されていることを特徴とする。

【0015】

第2の発泡室の側壁面は、素子基板の主面に直交する平面に対し、 $10 \sim 45^\circ$ の傾斜で第2の発泡室の下面から上面に中心軸方向の断面積が連続して変化していてもよい。

【0016】

第1の発泡室は、平行状態に配列された複数のノズルを個々のノズルに区分するためのノズル壁に3方向が囲まれており、吐出口部の壁面は、素子基板の主面に直交する平面に対し、平行であってもよく、 10° 以下のテーパを有してもよい。

【0017】

供給路の供給室側の素子基板の主面に平行な上面は、第1の発泡室の上面と同一平面で連続する供給路の上面に対して高くなっていて、段差によって接続されており、供給路の素子基板の表面からの最大高さが、素子基板の表面から第2の発泡室の上面までの高さよりも低くてもよく、供給路の少なくとも一部において、液体の流動方向に直交する平面上での供給路の幅が、オリフィス基板の厚み方

向に沿って変化していてもよく、ノズルは、吐出口から供給室に至る流路の断面積が複数の段階で変化するように構成されていてもよい。

【0018】

ノズルは、吐出口から液滴が飛翔される吐出方向と、供給路内を流動する液体の流動方向とが直交するように形成されていてもよく、第1の発泡室、第2の発泡室および吐出口部の体積の総和が、供給路の体積より小さくなるように形成されていてもよい。

【0019】

オリフィス基板には、それぞれの吐出エネルギー発生素子に対応するノズルが複数設けられており、複数のノズルは各ノズルの長手方向が平行になるように配列された第1のノズル列と、供給室を間に挟んで第1のノズル列に対向する位置に各ノズルの長手方向が平行になるように配列された第2のノズル列とに区分され、第2のノズル列の各ノズルの長手方向の中心線は、第1のノズル列の各ノズルの長手方向の中心線に対して、隣接する各ノズル間のピッチの1/2ピッチずれて配列されていてもよい。

【0020】

また、以上のように構成した液体吐出ヘッドは、ノズル内で流路の高さ、幅、あるいは断面積が変化しており、かつ、基板から吐出口に至る方向に、徐々にインク体積が減少するように構成されており、吐出口付近は、液滴が飛翔する際に、飛翔する液滴が、基板に対して垂直に飛翔し、かつ整流作用を持つように作用する形状を構成している。また、液滴を吐出する際、発泡室内に生じる気泡によって発泡室内に充填された液体が供給路側に押し出されることが抑制される。したがって、この液体吐出ヘッドによれば、吐出口から吐出される液滴の吐出体積にバラツキが生じることが抑制されて、吐出体積が適正に確保される。また、この液体吐出ヘッドは、液滴を吐出する際、段差部により構成された制御部によって、発泡室内に成長する気泡が発泡室内の制御部の内壁に当接するので、気泡の圧力を損失することが抑制される。したがって、この液体吐出ヘッドによれば、発泡室内の気泡が良好に成長して圧力が十分に確保されるため、液滴の吐出速度が向上する。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明のインク等の液滴を吐出する液体吐出ヘッドの具体的な実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0022】

まず、本実施の形態に係る液体吐出ヘッドの概略を説明する。本実施の形態の液体吐出ヘッドは、インクジェット記録方式の中でも特に、液体のインクを吐出するために利用されるエネルギーとして熱エネルギーを発生する手段を備え、その熱エネルギーによってインクの状態変化を生起させる方式が採用された液体吐出ヘッドである。この方式が用いられることにより、記録される文字や画像等の高密度化および高精細化が達成されている。特に本実施の形態では、熱エネルギーを発生する手段として発熱抵抗素子を用い、この発熱抵抗素子によりインクを加熱して膜沸騰させたときに発生する気泡による圧力を利用してインクを吐出している。

【0023】

(第1の実施の形態)

詳細については後述するが、図1に示すように、第1の実施の形態の液体吐出ヘッド1は、発熱抵抗素子である複数のヒータのそれぞれのヒータごとに、インクの流路であるノズルを個別に独立して形成するための隔離壁が、吐出口から供給口近傍まで延設された構成となっている。このような液体吐出ヘッド1は、特開平4-10940号公報、特開平4-10941号公報に開示されたインクジェット記録方法が適用されたインク吐出手段を有しており、インクの吐出時に発生する気泡が吐出口を介して外気に通気されている。

【0024】

そして、液体吐出ヘッド1は、複数のヒータおよび複数のノズルを有し各ノズルの長手方向が平行に配列された第1のノズル列16と、供給室を挟んで第1のノズル列に対向する位置に配列された第2のノズル列17とを備えている。第1および第2のノズル列16、17は、いずれも隣接する各ノズルの間隔が600 dpi ピッチに形成されている。また、第2のノズル列の各ノズル17は、第1のノズル列16の各ノズルに対して、隣接する各ノズルのピッチが互いに1/2

ピッチずれて配列されている。

【0025】

ここで、複数のヒータおよび複数のノズルが高密度に配列されている第1および第2のノズル列16、17を備える液体吐出ヘッド1を最適化する概念について簡単に説明する。

【0026】

一般に、液体吐出ヘッドの吐出特性に影響を及ぼす物理量としては、複数設けられたノズル内におけるイナータンス（慣性力）とレジスタンス（粘性抵抗）が大きく作用している。任意の形状の流路内を移動する非圧縮性流体の運動方程式は、以下に示す2式によって表される。

【0027】

$$\Delta \cdot v = 0 \quad (\text{連続の式}) \quad \dots \text{式1}$$

$$(\partial v / \partial t) + (v \cdot \Delta) v = -\Delta (P / \rho) + (\mu / \rho) \Delta^2 v + f$$

(ナビエ・ストークスの式) \dots 式2

式1および式2を、対流項および粘性項が十分に小さく、外力がないものとして近似すると、

$$\Delta^2 P = 0 \quad \dots \text{式3}$$

となり、圧力が調和関数を用いて表される。

【0028】

そして、液体吐出ヘッドの場合には、図2に示すような3開口モデル、および図3に示すような等価回路によって表現される。

【0029】

イナータンスは、静止流体が急に動き出す時の「動き難さ」として定義される。電氣的に表現すると、電流の変化を阻害するインダクタンスLと似た働きをする。機械的なバネマスモデルでは、重さ (mass) に相当する。

【0030】

イナータンスを式で表すと、開口に圧力差を与えたときの、流体体積Vの2階時間微分、すなわち流量F ($= \Delta V / \Delta t$) の時間微分との比で表される。

$$(\Delta^2 V / \Delta t^2) = (\Delta F / \Delta t) = (1 / A) \times P \quad \dots \text{式4}$$

なお、A：イナータンスとする。

【0031】

例えば、擬似的に、密度 ρ 、長さ L 、断面積 S_o とされたパイプ型の管流路を仮定すると、この擬似的な 1 次元流管路のイナータンス A_o は、

$$A_o = \rho \times L / S_o$$

で表され、流路の長さに比例し、断面積に反比例することが分かる。

【0032】

図 3 に示したような等価回路に基づいて、液体吐出ヘッドの吐出特性をモデル的に予測、解析することができる。

【0033】

本発明の液体吐出ヘッドにおいて、吐出現象は、慣性流から粘性流に移行する現象とされている。特に、ヒータによる発泡室内での発泡初期においては、慣性流が主であり、逆に、吐出後期（すなわち、吐出口に生じたメニスカスがインク流路側に移動を開始したときから、毛細管現象によってインクが吐出口の開口端面まで充填されて復帰するまでの時間）においては、粘性流が主となる。その際、上述した関係式から、発泡初期には、イナータンス量の関係により、吐出特性、特に、吐出体積および吐出速度への寄与が大きくなり、吐出後期には、レジスタンス（粘性抵抗）量が、吐出特性、特に、インクのリフィルに要する時間（以下、リフィル時間と称する。）への寄与が大きくなる。

【0034】

ここで、レジスタンス（粘性抵抗）は、式 1 と、

$$\Delta P = \eta \Delta^2 \mu \quad \dots \text{式 5}$$

となる定常ストークス流で記述され、粘性抵抗 B を求めることができる。また、吐出後期では、図 2 に示したモデルにおいて、吐出口近傍にメニスカスが生じて、主に毛細管力による吸引力により、インクの流動が生じるため、2 開口モデル（1 次元流モデル）で近似することができる。

【0035】

すなわち、粘性流体を記述したポアズイユの式 6 から求めることができる。

【0036】

$$(\Delta V / \Delta t) = (1 / G) \times (1 / \eta) \{ (\Delta P / \Delta x) \times S(x) \} \quad \dots \text{式 6}$$

ここで、G：形状因子である。また、粘性抵抗Bは、任意の圧力差に従って流れる流体に起因するため、

$$B = \int_0^L \{ (G \times \eta) / S(x) \} \Delta x \quad \dots \text{式 7}$$

により、求められる。

【0037】

上述した式7により、レジスタンス（粘性抵抗）は、密度 ρ 、長さL、断面積 S_0 であるようなパイプ型の管流路を仮定すると、

$$B = 8 \eta \times L / (\pi \times S_0^2) \quad \dots \text{式 8}$$

となり、近似的にノズルの長さに比例し、かつ、ノズルの断面積の2乗に反比例する。

【0038】

このように、液体吐出ヘッドの吐出特性、特に、吐出速度、インク滴の吐出体積、リフィル時間のいずれをも向上させるためには、イナータンスの関係から、ヒータから吐出口側へのイナータンス量を、ヒータから供給口側へのイナータンス量と比較して可能な限り大きくし、かつ、ノズル内のレジスタンスを小さくすることが、必要充分条件である。

【0039】

本発明に係る液体吐出ヘッドは、上述した観点と、さらに、複数のヒータおよび複数のノズルを高密度に配設するという命題に対して、両方を満足させることを可能とする。

【0040】

次に、実施の形態に係る液体吐出ヘッドについて、具体的な構成を図面を参照して説明する。

【0041】

図4から図7に示すように、液体吐出ヘッドは、発熱抵抗素子である複数の吐

出エネルギー発生素子としてのヒータ 20 が設けられた素子基板 11 と、この素子基板 11 の主面に積層されて接合されて複数のインクの流路を構成するオリフィス基板 12 とを備えている。

【0042】

素子基板 11 は、例えば、ガラス、セラミックス、樹脂、金属等によって形成されており、一般には Si によって形成されている。

【0043】

素子基板 11 の主面上には、各インクの流路ごとに、ヒータ 20 と、このヒータ 20 に電圧を印加する電極（図示せず）と、この電極に接続された配線（図示せず）が所定の配線パターンでそれぞれ設けられている。

【0044】

また、素子基板 11 の主面上には、蓄熱の発散性を向上させる絶縁膜 21 が、ヒータ 20 を被覆するように設けられている（図 8 参照）。また、素子基板 11 の主面上には、気泡が消泡した際に生じるキャビテーションから主面を保護するための保護膜 22 が、絶縁膜 21 を被覆するように設けられている（図 8 参照）。

【0045】

オリフィス基板 12 は、樹脂材料によって厚さが 30 μ m 程度に形成されている。オリフィス基板 12 は、図 4、図 5 に示すように、インク滴を吐出する複数の吐出口部 26 を備え、内部をインクが流動する複数のノズル 27 と、これら各ノズル 27 にインクを供給する供給室 28 とを有している。

【0046】

ノズル 27 は、液滴を吐出する吐出口 26 a を有する吐出口部 26、吐出エネルギー発生素子であるヒータ 20 によって内部の液体に気泡を発生させる発泡室 31、および発泡室 31 に液体を供給するための供給路 32 を有する。

【0047】

発泡室 31 は、素子基板 11 の主面を底面とし供給路 32 と連通していてヒータ 20 によって内部の液体に気泡が発生する第 1 の発泡室 31 a、および第 1 の発泡室 31 a の素子基板 11 の主面に平行な上面の開口に連通して設けられて第

1の発泡室31aで発生した気泡が成長する第2の発泡室31bとからなり、第1の発泡室31aの素子基板11の主面に平行な上面の、第2の発泡室31bに連通する開口に接する周辺部分には、その開口を取り囲んで素子基板11の主面方向に向かう突起33が連続して形成されている。

【0048】

吐出口部26は、第2の発泡室31bの上面の開口に連通して設けられ、吐出口部26の側壁面と第2の発泡室31bの側壁面との間には段差がある。

【0049】

吐出口部26の吐出口26aは、素子基板11上に設けられたヒータ20に対向する位置に形成されており、ここでは直径が例えば15 μ m程度の丸孔とされている。なお、吐出口26aは、吐出特性上の必要に応じて放射状のほぼ星形に形成されてもよい。

【0050】

第2の発泡室31bは円錐台形の形状となっており、その側壁が、素子基板の主面に直交する平面に対し、10～45°の傾斜で吐出口方向に縮小しており、その上面は段差をもって吐出口部26の開口と連通している。

【0051】

第1の発泡室31aは供給路32の延長上にあり、吐出口26に対向する底面がほぼ矩形状をなすように形成されている。

【0052】

ここで、ノズル27は素子基板11の主面に平行なヒータ20の主面と吐出口26aとの最短距離HOが30 μ m以下となるように形成されている。

【0053】

ノズル27では、主面に平行な第1の発泡室31aの上面および発泡室31に隣接する供給路32の主面に平行な上面は供給室8まで同一平面で連続している。

【0054】

素子基板11の主面に平行な第1の発泡室31aの上面の、第2の発泡室31bに連通する開口に接する周辺部分に、その開口を取り囲んで素子基板11の主

面方向に向かって形成された突起 33 は、気泡によって流動される発泡室 31 内のインクを制御する制御部としての機能を有している。

【0055】

供給路 32 は、一端が発泡室 31 に連通されるとともに他端が供給室 28 に連通されて形成されている。

【0056】

このように、ノズル 27 では、制御部としての機能を有する突起 33 が設けられたことによって、第 1 の発泡室 31 a に隣接する供給路 32 の一端部から第 1 の発泡室 31 a にわたる部分の、素子基板 11 の主面に対する高さが、供給室 28 に隣接する供給路 32 の他の端部の高さに比較して低く形成されている。したがって、ノズル 27 では、突起 33 が設けられたことによって、第 1 の発泡室 31 a に隣接する供給路 32 の一端部から第 1 の発泡室 31 a にわたってのインクの流路の断面積が他の流路の断面積よりも小くなるように形成されている。

【0057】

また、ノズル 27 は、図 4 および図 7 に示すように、流路の素子基板 11 の主面に平行な面におけるインクの流動方向に直交する幅が、供給室 28 から発泡室 31 にわたってほぼ等しいストレート状に形成されている。また、ノズル 27 は、素子基板 11 の主面に対向する内壁面が、供給室 28 から発泡室 31 にわたって、突起 33 を除いて素子基板 11 の主面に平行になるようにそれぞれ形成されている。

【0058】

ここでは、ノズル 27 は、素子基板 11 の主面に対する突起 33 の対向面の高さが、例えば $10\ \mu\text{m}$ 程度になるように形成されており、素子基板 11 の主面に対する供給室 28 の対向面の高さが、例えば $15\ \mu\text{m}$ 程度になるように形成されており、従って突起 33 の高さは $5\ \mu\text{m}$ 程度となっている。

【0059】

また、素子基板 11 には、オリフィス基板 12 に隣接する主面の裏面に、この裏面側から供給室 28 にインクを供給するための供給口 36 が設けられている。

【0060】

また、図4、図5において、供給室28内には供給口36に隣接する位置に、各ノズル27ごとにインク内の塵を濾過して除去するための円柱状のノズルフィルタ38が、素子基板11とオリフィス基板12とに跨ってそれぞれ立設されている。ノズルフィルタ38は、供給口から例えば20 μ m程度離れた位置に設けられている。また、供給室28内の各ノズルフィルタ38の間隔は、例えば10 μ m程度とされている。このノズルフィルタ38によって、供給路32および吐出口26に塵が詰まることが防止されて、良好な吐出動作が確保される。

【0061】

以上のように構成された液体吐出ヘッド1について、インク滴を吐出口26から吐出する動作を説明する。

【0062】

まず、液体吐出ヘッド1では、供給口36から供給室28内に供給されたインクが、第1および第2のノズル列16、17の各ノズル27にそれぞれ供給される。各ノズル27に供給されたインクは、供給路32に沿って流動して発泡室31内に充填される。発泡室31内に充填されたインクは、ヒータ20により膜沸騰されて発生する気泡の成長圧力によって、素子基板11の主面に対してほぼ直交する方向に飛翔させられて、吐出口部26の吐出口26aからインク滴として吐出される。

【0063】

発泡室31内に充填されたインクが、第1の発泡室31a内でヒータ20により膜沸騰されて発生する気泡の成長圧力によって第2の発泡室32bを經由して吐出される際、第2の発泡室31bが円錐台形の形状となっており、その側壁が、素子基板の主面に直交する平面に対し、10～45°の傾斜で吐出口方向に縮小しており、その上面は段差をもって吐出口部26の開口と連通しているので、素子基板11から吐出口26aに至る方向に、徐々にインク体積が減少しながら整流され、吐出口26a付近では、液滴が飛翔する際に、飛翔する液滴が基板に対して垂直に飛翔する。

【0064】

発泡室31内に充填されたインクが吐出される際、発泡室31内のインクの一

部は、発泡室 31 内に発生する気泡の圧力によって供給路 32 側に流動することになる。液体吐出ヘッド 1 では、発泡室 31 内のインクの一部が供給路 32 側に流動する際、突起 33 によって供給路 32 の流路が狭められているため、突起 33 が、発泡室 31 側から供給路 32 を介して供給室 28 側に向かって流動するインクに対して流体抵抗として作用する。したがって、液体吐出ヘッド 1 では、発泡室 31 内に充填されたインクが、突起 33 によって供給路 32 側に流動することが抑制されるため、発泡室 31 内のインクが減少することが防止されて、インクの吐出体積が良好に確保され、吐出口から吐出される液滴の吐出体積にバラツキが生じることが抑制されて、吐出体積が適正に確保される。

【0065】

この液体吐出ヘッド 1 において、ヒータ 20 から吐出口 26 までのイナータンス A_1 、ヒータ 20 から供給口 36 までのイナータンス A_2 、ノズル 27 全体のイナータンス A_0 とすると、ヘッドの吐出口 26 側へのエネルギー配分比 η は、

$$\eta = (A_1 / A_0) = \{A_2 / (A_1 + A_2)\} \quad \dots \text{式 9}$$

によって表される。また、各イナータンスの値は、例えば 3 次元の有限要素法ソルバを用いて、ラプラス方程式を解くことによって求められる。

【0066】

上述した式により、液体吐出ヘッド 1 は、ヘッドの吐出口 26 側へのエネルギー配分比 η が 0.59 とされている。液体吐出ヘッド 1 は、エネルギー配分比 η を従来の液体吐出ヘッドにほぼ等しい値にすることで、吐出速度と吐出体積の値を従来と同じ程度に維持することができる。また、エネルギー配分比 η は、 $0.5 < \eta < 0.8$ を満たすことが望ましい。液体吐出ヘッド 1 は、エネルギー配分比 η が 0.5 以下の場合、良好な吐出速度と吐出体積が確保されず、0.8 以上となった場合、インクが良好に流動されなくなり、リフィルを行うことができなくなる。

【0067】

また、液体吐出ヘッド 1 は、インクとして例えば染料系の黒色インク（表面張力 $47.8 \times 10^{-3} \text{N/m}$ 、粘度 1.8 cP、pH 9.8）が用いられた場合、従来の液体吐出ヘッドに比較して、ノズル 27 内の粘性抵抗値 B を約 40% 程度低減することができる。粘性抵抗値 B は、例えば 3 次元の有限要素法ソルバに

よっても算出することが可能であって、ノズル 27 の長さ、ノズル 27 の断面積を定めることにより容易に算出することができる。

【0068】

したがって、本実施の形態の液体吐出ヘッド 1 は、従来の液体吐出ヘッドに比較して、吐出速度を約 40% 程度高速化することが可能となつて、約 25 ～ 30 kHz 程度の吐出周波数応答性を実現することができる。

【0069】

以上のように構成された液体吐出ヘッド 1 の製造方法について図 8、図 9 および図 10 を参照して簡単に説明する。

【0070】

液体吐出ヘッド 1 の製造方法は、素子基板 11 を形成する第 1 の工程と、素子基板 11 上にインクの流路を構成する上樹脂層 42 および下樹脂層 41 をそれぞれ形成する第 2 の工程と、上樹脂層 41 に所望のノズルパターンを形成する第 3 の工程と、その樹脂層の側面に傾斜を形成する第 4 の工程と、下樹脂層 42 に所望のノズルパターンを形成する第 5 の工程とを経て行われる。

【0071】

次に、この液体吐出ヘッド 1 の製造方法では、上下樹脂層 41、42 上にオリフィス基板 12 となる被覆樹脂層 43 を形成する第 6 の工程と、被覆樹脂層 43 に吐出口部 26 を形成する第 7 の工程と、素子基板 11 に供給口 36 を形成する第 8 の工程と、上下樹脂層 41、42 を溶出する第 9 の工程とを経て液体吐出ヘッド 1 が製造される。

【0072】

第 1 の工程は、図 8 (a) および図 9 (a) に示すように、例えば Si チップの主面上にパターニング処理等により複数のヒータ 20 およびこれらヒータ 20 に電圧を印加するための所定の配線を設け、ヒータ 20 を被覆するように蓄熱の発散性を向上させる絶縁膜 21 を設け、絶縁膜 21 を被覆するように気泡が消泡した際に生じるキャビテーションから主面を保護するための保護膜 22 を設けることにより素子基板 11 を形成する基板形成工程である。

【0073】

第2の工程は、図8（b）、図9（b）、図9（c）に示すように、素子基板11上に、波長が300nm以下の紫外光であるDeep-UV光（以下、DUV光と称する。）を照射することによって、分子中の結合が破壊されて溶解可能な下樹脂層42および上樹脂層41を連続して、スピンコート法によりそれぞれ塗布する塗布工程である。この塗布工程は、下樹脂層42として、脱水縮合反応による熱架橋型の樹脂材を用いることで、上樹脂層41をスピンコート法によって塗布する際に、下樹脂層42と上層樹脂41の各樹脂層間で相互に熔融することが防止されている。下樹脂層42としては、例えばメタクリル酸メチル（MMA）とメタクリル酸（MAA）をラジカル重合させて、ポリマー化させた2元共重合体（ $P(MMA-MAA) = 90:10$ ）をシクロヘキサノン溶媒で溶解した液を使用した。また、上樹脂層41としては、例えばポリメチルイソプロペニルケトン（PMIPK）をシクロヘキサノン溶媒で溶解した液を使用した。下樹脂層42として使用した2元共重合体（ $P(MMA-MAA)$ ）の脱水縮合反応による熱架橋膜を形成する科学反応式を図11に示している。この脱水縮合反応は、 $180 \sim 200^{\circ}\text{C}$ で30分～2時間加熱することにより、より強固な架橋膜を形成することができる。なお、この架橋膜は、溶媒不溶型になっているが、DUV光などの電子線を照射することで、図11に記載したような分解反応が起こり、低分子化が進み、電子線が照射された部分のみ、溶媒可溶性となる。

【0074】

第3の工程は、図8（b）および図9（d）に示すように、DUV光を照射する露光装置を用いて、この露光装置に波長選択手段として波長260nm未満のDUV光を遮断するフィルターを装着することで、260nm以上のみを透過させ、波長が260～330nm付近のNear-UV光（以下、NUV光と称する。）を照射させて、上樹脂層41を露光および現像することによって、上樹脂層41に所望のノズルパターンを形成するパターン形成工程である。この第3の工程では、上樹脂層にノズルパターンを形成する際、上樹脂層41と下樹脂層42とでは、波長260～330nm付近のNUV光に対する感度比が約40：1以上の差であるため、下樹脂層42が感光されることなく、下樹脂層42の $P(MMA-MAA)$ が分解されることはない。また、下樹脂層42は、熱架橋膜で

あるために、上樹脂層を現像時の現像液に溶解することもない。この工程において、現像時に第2の発泡室31b形成する有機樹脂のパターンの周囲の下樹脂層42に、後に突起33となる連続した凹部33'を形成する工程を併せて行う。下樹脂層42と上樹脂層41との210～330nm領域における材料の吸収スペクトル曲線を図12に示す。

【0075】

第4の工程は、図8(b)および図9(d)に示すように、パターン形成を行った上樹脂層41を140℃で5～20分加熱することで、その上樹脂層の側面に10～45°の傾斜を形成することができる。この傾斜角度は、上記のパターン体積(形状・膜厚)と、加熱温度・時間とに相関があり、上記の角度範囲内で指定の角度に制御することができる。

【0076】

第5の工程は、図8(b)および図9(e)に示すように、上述した露光装置で波長210～330nmのDUV光を照射させて、下樹脂層を露光および現像することによって、下樹脂層42に所望のノズルパターンを形成するパターン形成工程である。さらに、下樹脂層42に使用したP(MMA-MAA)材料は、解像力が高く、5～20μm程度の厚さでも、側壁の傾斜角は、0～5°程度のトレンチ構造に形成することが可能である。

また、必要であれば、パターニング後の樹脂層42を、120～140℃程度で、加熱することで、その下樹脂層42の側壁にも更なる傾斜を形成することが可能である。

【0077】

第6の工程は、ノズルパターンが形成されていて、DUV光によって分子中の架橋結合が破壊されて溶解可能となった上樹脂層41および下樹脂層42上に、図10(a)に示すように、オリフィス基板12となる透明な被覆樹脂層43を塗布する塗布工程である。

【0078】

第7の工程は、図8(c)および図10(b)に示すように、この被覆樹脂層43に、露光装置でUV光を照射させて、吐出口部26に相当する部分を露光お

よび現像して除去することにより、オリフィス基板 12 を形成する。そのオリフィス基板 12 に形成する吐出口部 26 の側壁の傾斜は、素子基板の主面に直交する平面に対し、なるべく 0° 付近で形成することが望ましい。しかし、 $0 \sim 10^{\circ}$ 程度であれば、液滴の吐出特性について、大きな問題は発生しない。

【0079】

第 8 の工程は、図 8 (d) および図 10 (c) に示すように、素子基板 11 の裏面に化学的なエッチング処理等を行うことによって、素子基板 11 に供給口 36 を形成する。化学的なエッチング処理としては、例えば、強アルカリ溶液 (KOH、NaOH、TMAH) を用いた異方性エッチング処理が適用される。

【0080】

第 9 の工程は、図 8 (e) および図 10 (d) に示すように、素子基板 11 の主面側から被覆樹脂層 43 を透過させて波長 330 nm 以下の DUV 光を照射することにより、素子基板 11 とオリフィス基板 12 との間に位置するノズル型材である上下樹脂層 41、42 を供給口 36 を経由してそれぞれ溶出させる。

【0081】

これによって、吐出口 26a および供給口 36 と、これらを連通する供給路 32 に段差状に形成された制御部である突起 33 を有するノズル 27 を備えるチップが得られる。このチップをヒータ 20 を駆動するための配線基板 (図示せず) 等と電気的な接続を行うことにより、液体吐出ヘッドが得られる。

【0082】

なお、上述した液体吐出ヘッド 1 の製造方法によれば、DUV 光によって分子中の架橋結合が破壊されて溶解可能である上樹脂層 41 および下樹脂層 42 を、素子基板 11 の厚み方向に対してさらに階層構造にすることによって、ノズル 27 内に 3 段以上の段差状に形成された制御部を設けることが可能である。例えば、上樹脂層のさらに上層側に、波長 400 nm 以上の光に感度を有する樹脂材料を用いて、多段階のノズル構造を形成することができる。

【0083】

本実施の形態に係る液体吐出ヘッド 1 の製造方法は、基本的に特開平 4-10940 号公報、特開平 4-10941 号公報に開示されたインクジェット記録方

法をインク吐出手段とする液体吐出ヘッドの製造方法に準ずることが好ましい。これら各公報は、ヒータによって生じた気泡を外気に通気させる構成におけるインク滴吐出方法であり、例えば50 p l以下の微少量のインク滴を吐出することができる液体吐出ヘッドを提供している。

【0084】

液体吐出ヘッド1は、気泡が外気に通気されているため、吐出口26から吐出されるインク滴の体積が、ヒータ20と吐出口26との間に位置するインクの体積、すなわち発泡室31内に充填されたインクの体積に大きく依存する。換言すれば、吐出されるインク滴の体積は、液体吐出ヘッド1のノズル27の発泡室31部分の構造によってほぼ決定される。

【0085】

したがって、液体吐出ヘッド1は、インクムラのない高品位な画像を出力することができる。本発明に係る液体吐出ヘッドは、構造として、気泡を外気に通気させるために、ヒータと吐出口との間の最短距離が30 μ m以下とされる液体吐出ヘッドに適用することにより最大の効果を奏するが、ヒータが設けられた素子基板の主面に直交する方向にインク滴を飛翔させる液体吐出ヘッドであれば、いずれも有効に作用させることができる。

【0086】

上述したように、液体吐出ヘッド1は、円錐台形の第2の発泡室31bを設けることによって、素子基板11から吐出口26aに至る方向に、徐々にインク体積が減少しながら整流され、吐出口26a付近では、液滴が飛翔する際に、飛翔する液滴が、素子基板11に対して垂直に飛翔する。また、発泡室31内のインクの流れを制御する突起33が設けられることによって、吐出されるインク滴の体積の安定化が図られて、インク滴の吐出効率が向上される。

【0087】

(第2の実施の形態)

第1の実施の形態では、第1の発泡室31a上に、円錐台形の第2の発泡室31bを形成し、その第2の発泡室31bの側壁の傾斜が、素子基板11の主面に直交する平面に対して、10～45°の傾斜で吐出口部26方向に縮小し、第1

の発泡室 31a の素子基板 11 の主面に平行な上面の、第 2 の発泡室 31b に連通する開口に接する周辺部分には、その開口を取り囲んで素子基板 11 の主面方向に向かう突起 33 が連続して形成されている構成となっているが、第 2 の実施の形態の液体吐出ヘッド 2 では、発泡室内に充填されたインクが、吐出口へさらに流動しやすい構成を説明する。なお、この液体吐出ヘッド 2 において、上述した液体吐出ヘッド 1 と同一部材には同一符号を付して説明を省略する。

【0088】

第 2 の実施の形態の液体吐出ヘッド 2 では、第 1 の実施の形態と同様に、発泡室 56 はヒータ 20 によって気泡が発生する第 1 の発泡室 56a と、その第 1 の発泡室 56a から吐出口部 53 に至る途中に配置された第 2 の発泡室 56b とを有し、その第 2 の発泡室 56b の側壁の傾斜が、素子基板 11 の主面に直交する平面に対して、 $10 \sim 45^\circ$ の傾斜で吐出口部 26 方向に縮小した構成となっているが、さらに、第 1 の発泡室 56a では、複数配列された第 1 の発泡室 56a を個々に区別するために設けられた壁面が、素子基板 11 の主面に直交する平面に対し、 $0 \sim 10^\circ$ までの傾斜で吐出口方向に縮小し、吐出口部 53 では、素子基板 11 の主面に直交する平面に対し、 $0 \sim 5^\circ$ の傾斜で吐出口 53a の方向に縮小している。

【0089】

図 13 および図 14 に示すように、液体吐出ヘッド 2 を備えるオリフィス基板 52 は、樹脂材料によって厚さが $30 \mu\text{m}$ 程度に形成されている。オリフィス基板 52 は、先に図 1 を参照して説明したように、インク滴を吐出する複数の吐出口 53a と、インクが流動する複数のノズル 54 と、これら各ノズル 54 にインクを供給する供給室 55 とを有している。

【0090】

吐出口 53a は、素子基板 11 上のヒータ 20 に対向する位置に形成されており、直径が例えば $15 \mu\text{m}$ 程度の丸孔となっている。なお、吐出口 53 は、吐出特性上の必要に応じて放射状のほぼ星形に形成されてもよい。

【0091】

ノズル 54 は、液滴を吐出する吐出口 53a を有する吐出口部 53、吐出エネ

ルギ発生素子であるヒータ 20 によって内部の液体に気泡を発生させる発泡室 56、および発泡室 56 に液体を供給するための供給路 57 を有する。

【0092】

発泡室 56 は、素子基板 11 の主面を底面とし供給路 57 と連通していてヒータ 20 によって内部の液体に気泡が発生する第 1 の発泡室 56 a、および第 1 の発泡室 56 a の素子基板 11 の主面に平行な上面の開口に連通して設けられて第 1 の発泡室 56 a で発生した気泡が成長する第 2 の発泡室 56 b からなり、第 1 の発泡室 31 a の素子基板 11 の主面に平行な上面の、第 2 の発泡室 31 b に連通する開口に接する周辺部分には、その開口を取り囲んで素子基板 11 の主面方向に向かう突起 33 が連続して形成されている。

【0093】

吐出口部 53 は、第 2 の発泡室 56 b の上面の開口に連通して設けられ、吐出口部 53 の側壁面と第 2 の発泡室 56 b の側壁面との間には段差がある。

【0094】

第 1 の発泡室 56 a は、吐出口 53 a に対向する底面がほぼ矩形状をなすように形成されている。また、第 1 の発泡室 56 a は、素子基板 11 の主面に平行なヒータ 20 の主面と吐出口 53 a との最短距離 OH が $30\ \mu\text{m}$ 以下となるように形成されている。ヒータ 20 は、先に図 1 を参照して説明したように素子基板 11 上に複数配列されており、配列密度が、 $600\ \text{dpi}$ の場合、各ヒータのピッチは、約 $42.5\ \mu\text{m}$ になる。そして、第 1 の発泡室 56 a のヒータ配列方向の幅が、 $35\ \mu\text{m}$ で形成されると、各ヒータ間を遮蔽するノズル壁の幅が約 $7.5\ \mu\text{m}$ になる。第 1 の発泡室 56 a の素子基板 11 の表面からの高さは $10\ \mu\text{m}$ である。第 1 の発泡室 56 a 上に形成される第 2 の発泡室 56 b の高さが $15\ \mu\text{m}$ であり、オリフィス基板 52 に形成される吐出口部 53 の高さが $5\ \mu\text{m}$ である。吐出口 53 a の形状は丸形状であり、直径は $15\ \mu\text{m}$ である。第 2 の発泡室 56 b の形状は円錐台形となっており、第 1 の発泡室 56 a と接続する底面の直径が $30\ \mu\text{m}$ である場合、第 2 の発泡室の側壁に 20° の傾斜を作成すると、吐出口部 53 側の上面の直径は、 $19\ \mu\text{m}$ となる。そして、約 $2\ \mu\text{m}$ の段差を有して、直径 $15\ \mu\text{m}$ の吐出口部 53 と連結される。

【0095】

第1の発泡室31aの素子基板11の主面に平行な上面の、第2の発泡室31bに連通する開口に接する周辺部分に、その開口を取り囲んで素子基板11の主面方向に向かって形成された突起33の高さは3 μ mである。

【0096】

第1の発泡室56aで発生した気泡は、第2の発泡室56bおよび、供給路57に向けて成長し、ノズル54内に充填されていたインクが、吐出口部53で整流されて、オリフィス基板に配置された吐出口53aから飛翔される。

【0097】

供給路57は、一端が発泡室56に連通されるとともに他端が供給室55に連通されて形成されている。

【0098】

ここで、第2の発泡室56bの側壁に、より大きな傾斜を設け、第1の発泡室56aにも傾斜を設けることで、第1の発泡室56aで発生した気泡により、ノズル内に充填されていたインクを、より効率良く、吐出口部53へ移動させることができる。しかし、第1の発泡室56a、第2の発泡室56b、および吐出口部53は、すべてフォトリソグラフィプロセスで、精度良く形成されているが、完全にずれ無く形成できるわけではなくて、サブミクロンレベルでのアライメント誤差が生じる。そのために、インクを素子基板11の主面に直交する方向に、まっすぐ飛翔させるためには、吐出口部53において、インクの飛翔方向を正しく整流することが必要である。そのために、吐出口部53の側壁の傾斜は、素子基板11の主面に直交する方向になるべく平行、すなわち、0°に近い値であることが望ましい。

【0099】

ただ、飛翔するインク滴をより小さくするためには、吐出口の開口面積を、より小さくする必要があり、その結果、吐出口部53の高さ（長さ）が開口に比べて大きくなると、その部分でのインクの粘性抵抗が非常に増加するために、飛翔するインクの吐出特性を悪化することにつながる。そこで、第2の実施の形態の液体吐出ヘッド2では、第1の発泡室で発生した気泡を、第2の発泡室にまでよ

り成長しやすくし、かつ、ノズル内に充填されたインクの第2の発泡室での流動性も良くし、さらに、飛翔するインクの吐出方向の整流作用をするための構成となっている。ここで、素子基板11の表面から吐出口53aまでの距離にもよるが、第2の発泡室の高さは3～25 μ m程度が望ましく、より望ましくは、5～15 μ m程度である。また、吐出口部53の長さは1～10 μ m程度が望ましく、より望ましくは、1～3 μ m程度である。

【0100】

また、ノズル54は、図13に示すように、インクの流動方向に直交するとともに素子基板11の主面に平行な流路の幅が、供給室55から発泡室56にわたってほぼ等しいストレート状に形成されている。また、ノズル54は、素子基板11の主面に対向する各内壁面が、供給室55から発泡室56にわたって、素子基板11の主面に平行にそれぞれ形成されている。

【0101】

以上のように構成された液体吐出ヘッド2について、インクを吐出口53aから吐出する動作を説明する。

【0102】

まず、液体吐出ヘッド2では、供給口36から供給室55内に供給されたインクが、第1および第2のノズル列の各ノズル54にそれぞれ供給される。各ノズル54に供給されたインクは、供給路57に沿って流動して発泡室56内に充填される。発泡室56内に充填されたインクは、ヒータ20により膜沸騰されて発生する気泡の成長圧力によって、素子基板11の主面に対してほぼ直交する方向に飛翔されて、吐出口53aからインク滴として吐出される。

【0103】

発泡室56内に充填されたインクが吐出される際、発泡室56内のインクの一部は、発泡室56内に発生する気泡の圧力によって供給路57側に流動することになる。液体吐出ヘッド2では、第1の発泡室56aで発生した気泡の圧力は、第2の発泡室56bにも即座に伝わり、第1および、第2の発泡室56a、56bに充填されていたインクは、第2の発泡室内56bを移動していく。その際、内壁が傾斜しているので第1および第2の発泡室56a、56b内を成長してい

く気泡は、内壁に当接して圧力損失することが少なく、吐出口 53 a に向かって、良好に成長していく。そして、吐出口部 53 で整流されたインクは、オリフィス基板 52 に配置された吐出口 53 a から、素子基板 11 の主面に直交する方向に飛翔される。また、インク滴の吐出体積も良好に確保される。したがって、液体吐出ヘッド 2 は、吐出口 53 a から吐出されるインク滴の吐出速度の高速化を図ることができる。

【0104】

したがって、液体吐出ヘッド 2 は、従来の液体吐出ヘッドに比較して、吐出速度および吐出体積から算出されるインク滴の運動エネルギーが向上するため、吐出効率を向上することができるとともに、上述した液体吐出ヘッド 1 と同様に吐出周波数特性を高速化することができる。

【0105】

以上のように構成された液体吐出ヘッド 2 の製造方法について簡単に説明する。液体吐出ヘッド 2 の製造方法は、上述した液体吐出ヘッド 1 の製造方法とほぼ同一であるため、同一部材に同一符号を付すとともに同一工程については説明を省略する。

【0106】

液体吐出ヘッド 2 の製造方法は、上述した液体吐出ヘッド 1 の製造方法に準じており、

第 1 の工程は、図 8 (a) および図 9 (a) に示すように、例えば Si チップ上にパターニング処理等により複数のヒータ 20 およびこれらヒータ 20 に電圧を印加するための所定の配線を設けることにより素子基板 11 を形成する基板形成工程である。

【0107】

第 2 の工程は、図 8 (b)、図 9 (b)、図 9 (c) に示すように、素子基板 11 上に、波長が 330 nm 以下の紫外光である DUV 光を照射することによって分子中の結合が破壊されて溶解可能なる、下樹脂層 42 および上樹脂層 41 を連続して、スピンコート法によりそれぞれ塗布する塗布工程である。下樹脂層 42 の膜厚は、10 μ m、上樹脂層 41 の膜厚は、15 μ m である。

【0108】

第3の工程は、図8(b)および図9(d)に示すように、DUV光を照射する露光装置を用いて、この露光装置に、260nm以上のみを透過させる波長選択手段として、波長260nm未満のDUV光を遮断するフィルターを装着することで、波長が260～330nm付近のNUV光を照射させて、上樹脂層41を露光および現像することによって、上樹脂層41に所望のノズルパターンを形成するパターン形成工程である。この工程において、現像時に第2の発泡室31b形成する有機樹脂のパターンの周囲の下樹脂層42に、後に突起33となる連続した凹部33'を形成する工程を併せて行う。

【0109】

第4の工程では、図8(b)および図9(d)に示すように、パターン形成を行った上樹脂層41を140℃で10分加熱することで、その上樹脂層41の側面に20°の傾斜を形成した。

【0110】

第5の工程は、図8(b)および図9(e)に示すように、上述した露光装置で波長210～330nmのDUV光を照射させて、下樹脂層42を露光および現像することによって、下樹脂層42に所望のノズルパターンを形成するパターン形成工程である。

【0111】

第6の工程は、ノズルパターンが形成されていて、DUV光によって分子中の架橋結合が破壊されて溶解可能となった上樹脂層41および下樹脂層42上に、図10(a)に示すように、オリフィス基板12となる透明な被覆樹脂層43を塗布する塗布工程である。被覆樹脂層43の膜厚は、30μmである。

【0112】

第7の工程は、図8(c)および図10(b)に示すように、この被覆樹脂層43に、露光装置でUV光を照射させて、吐出口部53に相当する部分を露光および現像して除去することにより、オリフィス基板52を形成する。吐出口部53の長さは5μmである。

【0113】

第7の工程は、図8（d）および図10（c）に示すように、素子基板11の裏面に化学的なエッチング処理等を行うことによって、素子基板11に供給口36を形成する。化学的なエッチング処理としては、例えば、強アルカリ溶液（KOH、NaOH、TMAH）を用いた異方性エッチング処理が適用される。

【0114】

第8の工程は、図8（e）および図10（d）に示すように、波長330nm以下のDUV光を素子基板11の主面側から被覆樹脂層43を透過させて照射することにより、素子基板11とオリフィス基板52との間に位置するノズル型材である上下樹脂層41、42をそれぞれ溶出させる。

【0115】

これによって、吐出口53aおよび供給口36と、これらを連通する供給路57に段差状に形成された制御部58を有するノズル54を備えるチップが得られる。このチップをヒータ20を駆動するための配線基板（図示せず）等と電気的な接続を行うことにより、液体吐出ヘッド2が得られる。

【0116】

上述したように、液体吐出ヘッド2は、円錐台形の第2の発泡室56bを設け、第1の発泡室56aの壁面に傾斜を設けることによって、素子基板11から吐出口53aに至る方向に、徐々にインク体積が減少しながら整流され、吐出口53a付近では、液滴が飛翔する際に、飛翔する液滴が、素子基板11に対して垂直に飛翔する。また、発泡室56内のインクの流れを制御する突起58が設けられることによって、吐出されるインク滴の体積の安定化が図られて、インク滴の吐出効率が向上される。

【0117】

（第3の実施の形態）

なお、上述した液体吐出ヘッド2の第1の発泡室の高さをさらに小さくし、かつ、第2の発泡室を高くした第3の実施の形態の液体吐出ヘッド3について図面を参照して簡単に説明する。なお、この液体吐出ヘッド3において、上述した液体吐出ヘッド1、2と同一部材には同一符号を付して説明を省略する。

【0118】

第3の実施の形態の液体吐出ヘッド3では、第1の実施の形態と同様に、発泡室66はヒータ20によって気泡が発生する第1の発泡室66aと、その第1の発泡室66aから吐出口部63に至る途中に配置された第2の発泡室66bとを有し、その第2の発泡室66bの側壁の傾斜が、素子基板11の主面に直交する平面に対して、 $10 \sim 45^\circ$ の傾斜で吐出口部26方向に縮小した構成となっているが、さらに、第1の発泡室56aでは、複数配列された第1の発泡室56aを個々に区別するために設けられた壁面が、素子基板11の主面に直交する平面に対し、 $0 \sim 10^\circ$ までの傾斜で吐出口方向に縮小し、吐出口部53では、素子基板11の主面に直交する平面に対し、 $0 \sim 5^\circ$ の傾斜で吐出口53aの方向に縮小している。

【0119】

第1の発泡室31aの素子基板11の主面に平行な上面の、第2の発泡室31bに連通する開口に接する周辺部分には、その開口を取り囲んで素子基板11の主面方向に向かう突起33が連続して形成されている。

【0120】

図15、図16に示すように、液体吐出ヘッド3を備えるオリフィス基板62は、樹脂材料によって厚さが $30 \mu\text{m}$ 程度に形成されている。オリフィス基板62は、先に図1を参照して説明したように、インク滴を吐出する複数の吐出口63と、インクが流動する複数のノズル64と、これら各ノズル64にインクを供給する供給室65とを有している。

【0121】

吐出口63aは、素子基板11上のヒータ20に対向する位置に形成されており、直径が例えば $15 \mu\text{m}$ 程度の丸孔となっている。なお、吐出口63aは、吐出特性上の必要に応じて放射状のほぼ星形に形成されてもよい。

【0122】

第1の発泡室66aは、吐出口63aに対向する底面がほぼ矩形状をなすように形成されている。また、第1の発泡室66aは、素子基板11の主面に平行なヒータ20の主面と吐出口63aとの最短距離OHが $30 \mu\text{m}$ 以下となるように形成されている。第1の発泡室66aの上面の素子基板11の表面からの高さが

、例えば $8\ \mu\text{m}$ に形成されており、第1の発泡室66a上に形成される第2の発泡室66bの高さが $18\ \mu\text{m}$ に形成されている。第2の発泡室66bは四角錐台形の形状となっており、第1の発泡室66a側の1辺の長さが $28\ \mu\text{m}$ であり、角には $2\ \mu\text{m}$ のRが形成されている。そして、第2の発泡室66bの側壁は、吐出口部63側に向けて縮小するように、素子基板11の主面に直交する平面に対し、 15° の傾斜を有している。そして、第2の発泡室66bの上面と直径が $15\ \mu\text{m}$ の吐出口部63とは、最少が約 $1.7\ \mu\text{m}$ の段差をもって、連通している。

【0123】

オリフィス基板62に形成される吐出口部63の高さは $4\ \mu\text{m}$ である。吐出口63aの形状は丸形状であり、直径は $15\ \mu\text{m}$ である。

【0124】

第1の発泡室31aの素子基板11の主面に平行な上面の、第2の発泡室31bに連通する開口に接する周辺部分に、その開口を取り囲んで素子基板11の主面方向に向かって形成された突起33の高さは $2\ \mu\text{m}$ である。

【0125】

第1の発泡室66aで発生した気泡は、第2の発泡室66bおよび、供給路67に向けて成長し、ノズル64内に充填されていたインクが、吐出口部63で整流されて、オリフィス基板62に配置された吐出口63aから飛翔される。

【0126】

供給路67は、一端が発泡室66に連通されるとともに他端が供給室65に連通されて形成されている。

【0127】

主面に平行な第1の発泡室66aの上面および発泡室66に隣接する供給路67の主面に平行な上面は同一平面で連続しており、それよりも高い供給路67の供給室65側の素子基板11の主面に平行な上面とは、主面に対して傾斜して設けられた段差69によって接続され、段差の下端にも突起が設けられている。段差69から第1の発泡室66aに接する突起68に至る間も制御部を形成しており、突起68とともに気泡によって流動される発泡室66内のインクを制御する

。なお、実施の形態 1、2 と同様にこの段差を設けなくて発泡室 66 から供給室 65 まで主面に平行な上面は同一平面で連続していてもよい。

【0128】

第 1 の発泡室 66a は、素子基板上に形成される。この高さを小さくすることで、第 1 の発泡室 66a に隣接する供給路 67 の一端部から第 1 の発泡室 66a にわたってインクの流路の断面積が小さくなるように形成されて、第 2 の実施の形態の液体吐出ヘッド 2 のノズル 54 に比してさらに断面積が小さくなっている。

【0129】

一方、第 2 の発泡室 66b の高さを高くすることで、第 1 の発泡室 66a で発生した気泡の圧力は、第 2 の発泡室 66b に伝わりやすくなる。そして、第 1 の発泡室 66a から一端が連通している供給路 67 には伝わりにくくなり、吐出口部 63 へのインクの移動を、素早く、効率良くおこなうことができる。

【0130】

また、ノズル 64 は、インクの流動方向に直交するとともに素子基板 11 の主面に平行な流路の幅が、供給室 65 から発泡室 66 にわたってほぼ等しい、ストレータ状に形成されている。また、ノズル 64 は、素子基板 11 の主面に対向する各内壁面が、供給室 65 から発泡室 66 にわたって、素子基板 11 の主面に平行にそれぞれ形成されている。

【0131】

以上のように構成された液体吐出ヘッド 3 について、吐出口 63 からインクを吐出する動作を説明する。

【0132】

まず、液体吐出ヘッド 3 では、供給口 36 から供給室 65 内に供給されたインクが、第 1 および第 2 のノズル列の各ノズル 64 にそれぞれ供給される。各ノズル 64 に供給されたインクは、供給路 67 に沿って流動して発泡室 66 内に充填される。発泡室 66 内に充填されたインクは、ヒータ 20 により膜沸騰されて発生する気泡の成長圧力によって、素子基板 11 の主面に対してほぼ直交する方向に飛翔されて、吐出口 63 からインク滴として吐出される。

【0133】

発泡室 66 内に充填されたインクが吐出される際、発泡室 66 内のインクの一部は、第 1 の発泡室 66 a 内に発生する気泡の圧力によって供給路 67 側に流動することになる。液体吐出ヘッド 3 は、第 1 の発泡室 66 a 内のインクの一部が供給路 67 側に流動する際、第 1 の発泡室 66 a の高さが小さくなっていることで、供給路 67 の流路がさらに狭められているため、第 1 の発泡室 66 a 側から供給路 67 を介して供給室 65 側に向かって流動するインクに対して供給路 67 の流路の流体抵抗値が増す。したがって、液体吐出ヘッド 3 は、発泡室 66 内に充填されたインクが、供給路 67 側に流動することがさらに抑制されるため、第 1 の発泡室 66 a から第 2 の発泡室 66 b への気泡の成長がより増長され、インクの流動性が、吐出口側へ移動しやすくなって、インクの吐出体積がさらに良好に確保される。

【0134】

また、液体吐出ヘッド 3 は、第 1 の発泡室 66 a から第 2 の発泡室 66 b に伝わる気泡の圧力が、さらに効率良くなり、かつ、第 1 の発泡室 66 a ならびに第 2 の発泡室 66 b の壁面が傾斜しているので、第 1 の発泡室 66 a および第 2 の発泡室 66 b 内に成長する気泡が、発泡室 66 内の内壁に当接して圧力を損失することが抑制されるため、気泡が良好に成長される。したがって、液体吐出ヘッド 3 は、吐出口 63 から吐出されるインクの吐出速度が向上される。

【0135】

上述した液体吐出ヘッド 3 によれば、第 1 の発泡室 66 a および第 2 の発泡室 66 b 内でのインクの移動がより素早く、より抵抗なうことができ、かつ、吐出口部の長さが短くなることで、液体吐出ヘッド 1、2 に比較してインクの整流作用がより迅速に行えるため、インク滴の吐出効率をさらに向上することができる。

【0136】

(第 4 の実施の形態)

最後に、上述した液体吐出ヘッド 1 ないし 3 では、第 1 のノズル列 16 と第 2 のノズル列 17 の各ノズルが等しく形成されたが、第 1 のノズル列と第 2 のノズル列とが異なる構成も可能である。

ル列の形状およびヒータの面積が互いに異なる第4の実施の形態の液体吐出ヘッド4について図面を参照して説明する。

【0137】

図17(a)、(b)に示すように、液体吐出ヘッド4が備える素子基板96には、素子基板の主面に平行な面積が互いに異なる第1および第2のヒータ98、99がそれぞれ配設されている。

【0138】

また、液体吐出ヘッド4が備えるオリフィス基板97には、第1および第2のノズル列101、102の各吐出口106、107の開口面積および各ノズルの形状が互いに異なるように形成されている。第1のノズル列101の各吐出口106は、丸孔に形成されている。この第1のノズル列101の各ノズルは、上述した液体吐出ヘッド2と構成が同一であるため、説明を省略するが、発泡室内のインクの流動をよくするために、第1の発泡室上に、第2の発泡室109が形成されている。また、第2のノズル列102の各吐出口107は、放射状に略星型に形成されている。この第2のノズル列102の各ノズルも、発泡室から吐出口にわたってインクの流路の断面積が変化しないでストレート状に形成されている。

【0139】

また、素子基板96には、第1および第2のノズル列101、102にインクを供給するための供給口104が設けられている。

【0140】

ところで、ノズル内のインクの流れは、吐出口から飛翔されるインク滴の体積 V_d によって生じており、インク滴が飛翔された後にメニスカスが復帰する作用が、吐出口の開口面積に応じて発生する毛細管力によって行われる。ここで、吐出口の開口面積 S_0 、吐出口の開口縁の外周 L_1 、インクの表面張力 γ 、インクとノズルの内壁との接触角 θ とすると、毛細管力 p は、

$$p = \gamma \cos \theta \times L_1 / S_0$$

によって表される。また、メニスカスは、飛翔されたインク滴の体積 V_d のみによって発生されて、吐出周波数時間 t （リフィル時間 t ）後に復帰すると仮定す

ると、

$$p = B \times (V d / t)$$

の関係が成り立つ。

【0141】

液体吐出ヘッド4によれば、第1および第2のノズル列101、102が、第1および第2のヒータ98、99の面積、および吐出口106、107の開口面積が互いに異なることによって、単一の液体吐出ヘッド4から異なる吐出体積のインク滴を飛翔させることができる。

【0142】

また、液体吐出ヘッド4は、第1および第2のノズル列101、102から吐出されるインクの物性値である表面張力、粘度、pHが同一であり、各ノズルの構造に対応して、イナータンスAおよび粘性抵抗Bである物理量を、各吐出口106、107から吐出されるインク滴の吐出体積に応じて設定することによって、第1および第2のノズル列101、012の吐出周波数応答性をほぼ等しくすることが可能とされる。

【0143】

すなわち、液体吐出ヘッド4において、第1および第2のノズル列101、102ごとにそれぞれ吐出させる各インク滴の吐出量を例えば4.0 (p1)と1.0 (p1)とした場合に、各ノズル列101、102のリフィル時間tをほぼ等しくすることは、吐出口106、107の開口縁の外周 L_1 と吐出口106、107の開口面積 S_0 との比である L_1/S_0 と、粘性抵抗Bをほぼ等しくすることと同義である。

【0144】

以上のように構成された液体吐出ヘッド4の製造方法について図面を参照して説明する。

【0145】

液体吐出ヘッド4の製造方法は、上述した液体吐出ヘッド1、2の製造方法に準じており、上下樹脂層41、42にノズルパターンをそれぞれ形成する各パターン形成工程を除く他の工程が同一とされている。液体吐出ヘッド4の製造方法

は、パターン形成工程において、図 18 (a)、図 18 (b)、図 18 (c) に示すように、素子基板 96 上に上下樹脂層 41、42 をそれぞれ形成した後に、図 18 (d) および図 18 (e) に示すように、第 1 および第 2 のノズル列 101、102 ごとに所望の各ノズルパターンがそれぞれ形成される。すなわち、第 1 および第 2 のノズル列 101、102 の各ノズルパターンは、供給口 104 に対して非対称にそれぞれ形成される。すなわち、液体吐出ヘッド 4 の製造方法は、上下樹脂層 41、42 のノズルパターンの形状を部分的に変更するだけで、液体吐出ヘッド 4 を容易に形成することができる。図 19 に示されるそれ以降の工程は第 1 の実施の形態で説明した工程と同じなので説明を省略する。

【0146】

上述した液体吐出ヘッド 4 によれば、第 1 及び第 2 のノズル列 101、102 の各ノズルの構造を互いに異なるように形成することにより、各ノズル列 101、102 ごとに吐出体積が異なる各インク滴をそれぞれ吐出することが可能とされて、高速化が図られた最適な吐出周波数で安定的にインク滴を飛翔させることが容易に可能とされる。

【0147】

また、液体吐出ヘッド 4 によれば、毛細管力による流動抵抗の釣り合いを調整することによって、回復機構によって回復動作を行う際にインクを均一かつ迅速に吸引することが可能とされたとともに、回復機構を簡素に構成にすることができ、液体吐出ヘッド 4 の吐出特性の信頼性を向上することができ、記録動作の信頼性が向上された記録装置を提供することが可能とされる。

【0148】

【発明の効果】

上述したように本発明に係る液体吐出ヘッドによれば、第 1 の発泡室内で発生する気泡が、第 2 の発泡室内へ成長し、ノズル内のインクが第 2 の発泡室、吐出口部を介して、飛翔するインク滴として吐出する吐出量を安定化し、吐出効率を向上させることができる。

【0149】

また、本発明に係る液体吐出ヘッドは、第 1 の発泡室で発生した気泡を第 2 の

発泡室の内壁との当接による圧力損失を抑制することで、発泡室のインクの流動を迅速に、かつ効率よく行うことができ、吐出効率の向上、およびリフィル速度の高速化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る液体吐出ヘッドの全体の構成を説明するための模式的斜視図である。

【図 2】

液体吐出ヘッドの流体の流れを 3 開口モデルによって示す模式図である。

【図 3】

液体吐出ヘッドを等価回路によって示す模式図である。

【図 4】

本発明の第 1 の実施の形態の液体吐出ヘッドの 1 個のヒータとノズルの組み合わせ構造を説明するための部分断面斜視図である。

【図 5】

本発明の第 1 の実施の形態の液体吐出ヘッドの複数のヒータとノズルの組み合わせ構造を説明するための部分断面斜視図である。

【図 6】

本発明の第 1 の実施の形態の液体吐出ヘッドの 1 個のヒータとノズルの組み合わせ構造を説明するための側面断面図である。

【図 7】

本発明の第 1 の実施の形態の液体吐出ヘッドの 1 個のヒータとノズルの組み合わせ構造を説明するための平面断面図である。

【図 8】

本発明の第 1 の実施の形態の液体吐出ヘッドの製造方法を説明するための斜視図である。

- a) は素子基板である。
- b) は素子基板に下樹脂層と上樹脂層とが形成された状態である。
- c) は被覆樹脂層が形成された状態である。

- d) は供給口が形成された状態である。
- e) は内部の下樹脂層と上樹脂層とを溶解流出させた状態である。

【図 9】

本発明の第 1 の実施の形態の液体吐出ヘッドの各製造工程を説明するために示す第 1 の縦断面図である。

- a) は素子基板である。
- b) は素子基板に下樹脂層が形成された状態である。
- c) は素子基板に上樹脂層が形成された状態である。
- d) は素子基板に形成された上樹脂層にパターン形成を行い、側面に傾斜を形成した状態である。
- e) は素子基板に形成された下樹脂層にパターン形成を行った状態である。

【図 10】

本発明の第 1 の実施の形態の液体吐出ヘッドの各製造工程を説明するために示す第 2 の縦断面図である。

- a) はオリフィス基板となる被覆樹脂層が形成された状態である。
- b) は吐出口部が形成された状態である
- c) は供給口が形成された状態である。
- d) は内部の下樹脂層と上樹脂層とを溶解流出させて液体吐出ヘッドが完成した状態である。

【図 11】

電子線の照射による上樹脂層、下樹脂層の化学変化を示す化学反応式である。

【図 12】

下樹脂層と上樹脂層との 210～330 nm 領域における材料の吸収スペクトル曲線を示すグラフである。

【図 13】

本発明の第 2 の実施の形態の液体吐出ヘッドの 1 個のヒータとノズルの組み合わせ構造を説明するための部分断面斜視図である。

【図 14】

本発明の第 2 の実施の形態の液体吐出ヘッドの 1 個のヒータとノズルの組み合

わせ構造を説明するための側面断面図である。

【図 15】

本発明の第3の実施の形態の液体吐出ヘッドの1個のヒータとノズルの組み合わせ構造を説明するための部分断面斜視図である。

【図 16】

本発明の第3の実施の形態の液体吐出ヘッドの1個のヒータとノズルの組み合わせ構造を説明するための側面断面図である。

【図 17】

本発明の第4の実施の形態の液体吐出ヘッドの1個のヒータとノズルの組み合わせ構造を説明するための部分断面斜視図である。

- a) は第1のノズル列のノズルである。
- b) は第2のノズル列のノズルである。

【図 18】

本発明の第4の実施の形態の液体吐出ヘッドの各製造工程を説明するために示す第1の縦断面図である。

- a) は素子基板である。
- b) は素子基板に下樹脂層が形成された状態である。
- c) は素子基板に上樹脂層が形成された状態である。
- d) は素子基板に形成された上樹脂層にパターン形成を行い、側面に傾斜を形成した状態である。
- e) は素子基板に形成された下樹脂層にパターン形成を行った状態である。

【図 19】

本発明の第4の実施の形態の液体吐出ヘッドの各製造工程を説明するために示す第2の縦断面図である。

- a) はオリフィス基板となる被覆樹脂層が形成された状態である。
- b) は吐出口部が形成された状態である
- c) は供給口が形成された状態である。
- d) は内部の下樹脂層と上樹脂層とを溶解流出させて液体吐出ヘッドが完成した状態である。

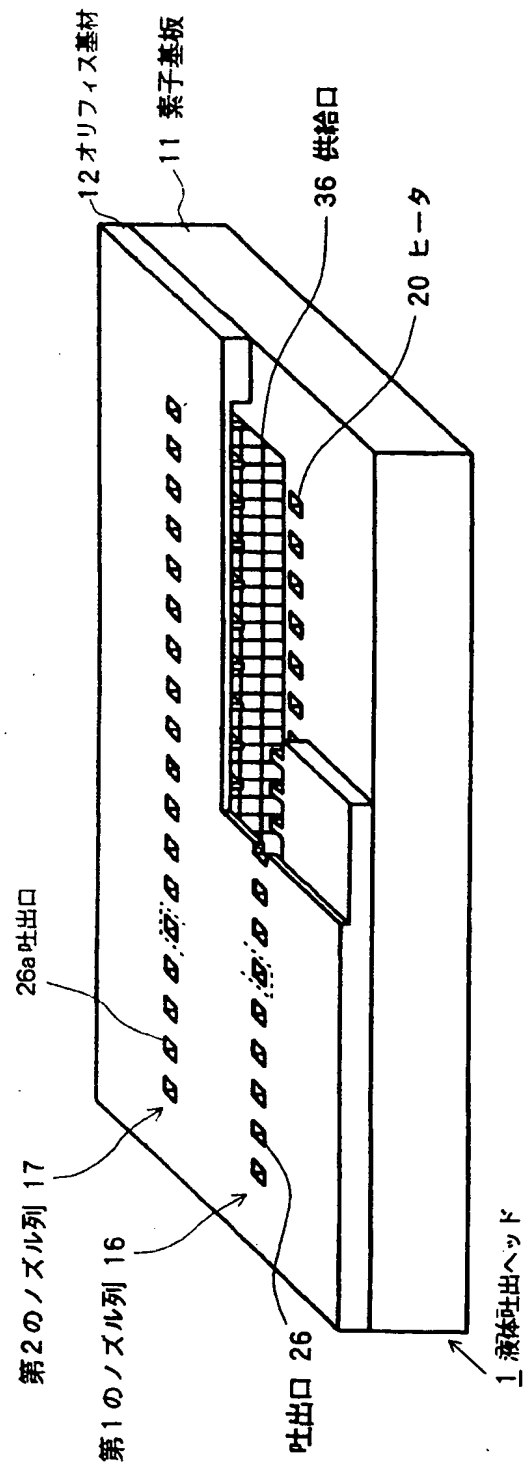
【符号の説明】

- 1、2、3、4 液体吐出ヘッド
- 11 素子基板
- 12、52、62、97 オリフィス基板
- 16、101 第1のノズル列
- 17、102 第2のノズル列
- 20 ヒータ
- 21 絶縁膜
- 22 保護膜
- 26a、53a、63a、106、107 吐出口
- 26、53、63 吐出口部
- 27、54、64、 ノズル
- 28、55、65、104 供給室
- 31、56、66 発泡室
- 31a、56a、66a 第1の発泡室
- 31b、56b、66b、109 第2の発泡室
- 32、57、67 供給路
- 33、58、68、108 突起
- 33' 凹部
- 36 供給口
- 38 ノズルフィルタ
- 41 上樹脂層
- 42 下樹脂層
- 69 段差

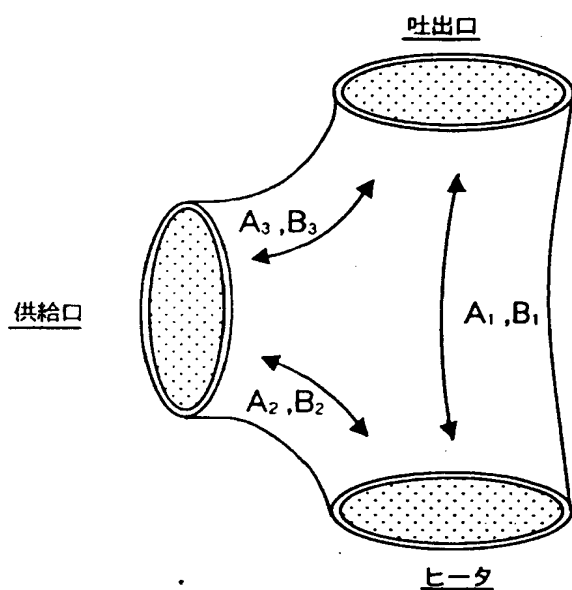
【書類名】

図面

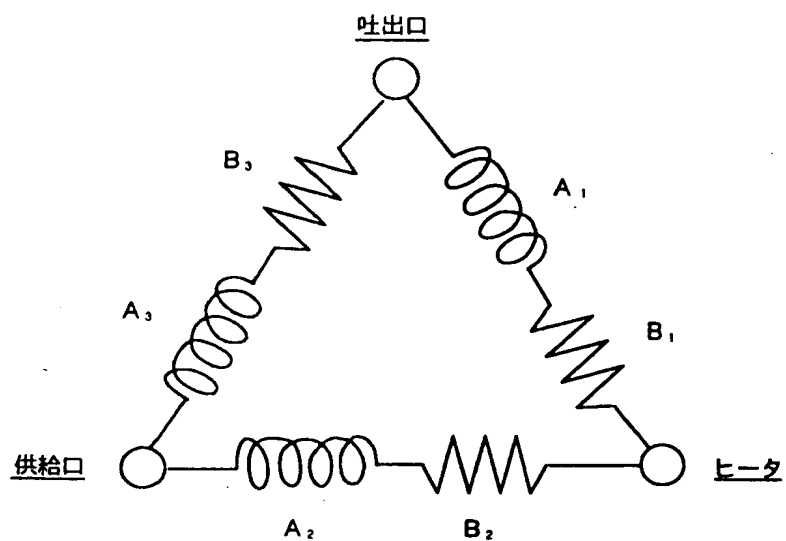
【図 1】



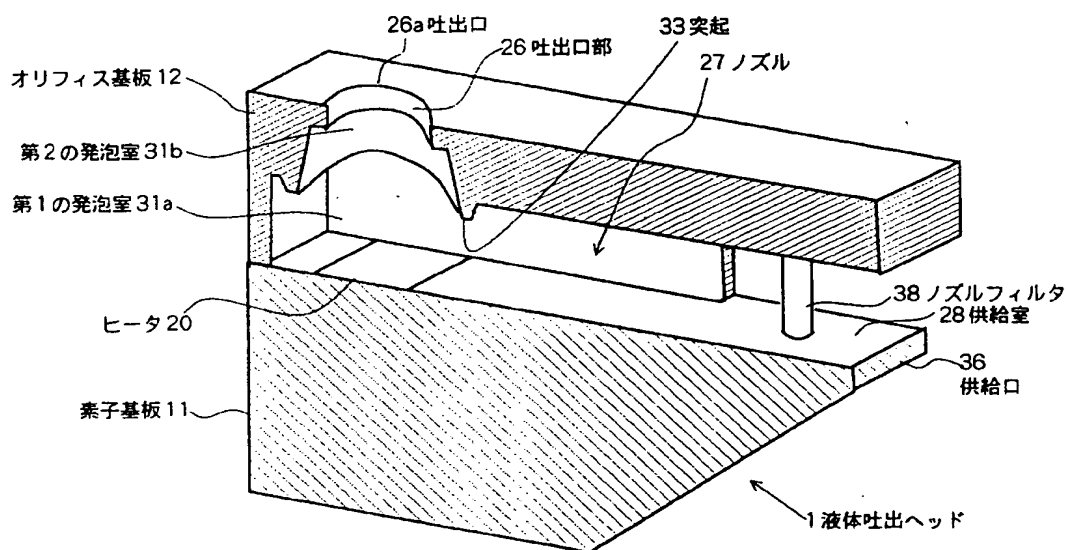
【図 2】



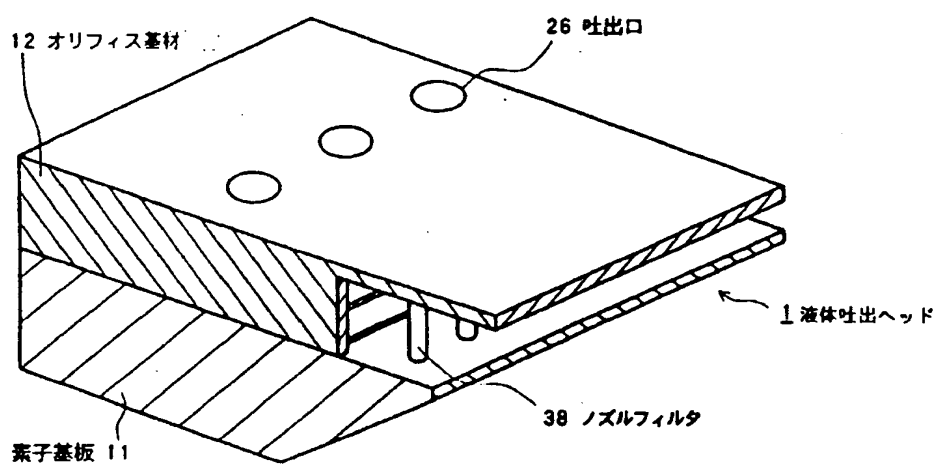
【図 3】



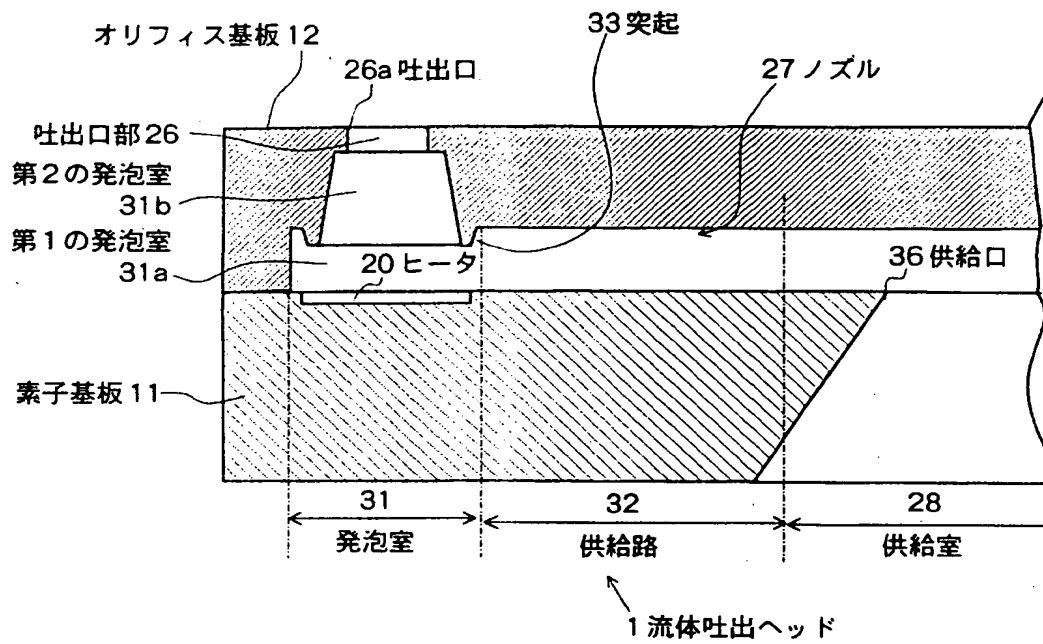
【図4】



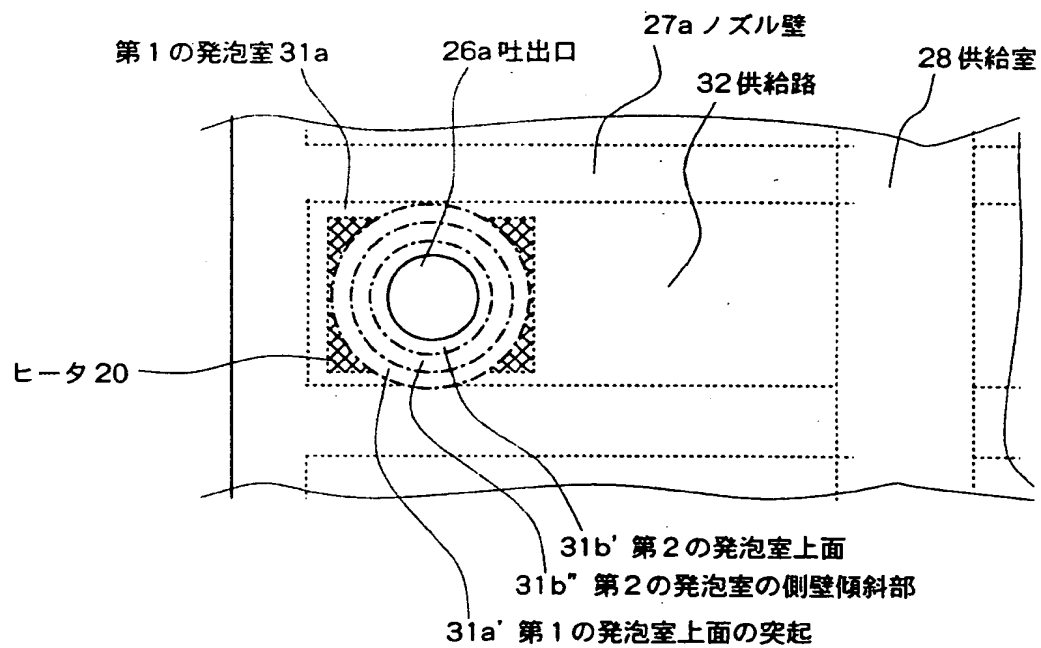
【図5】



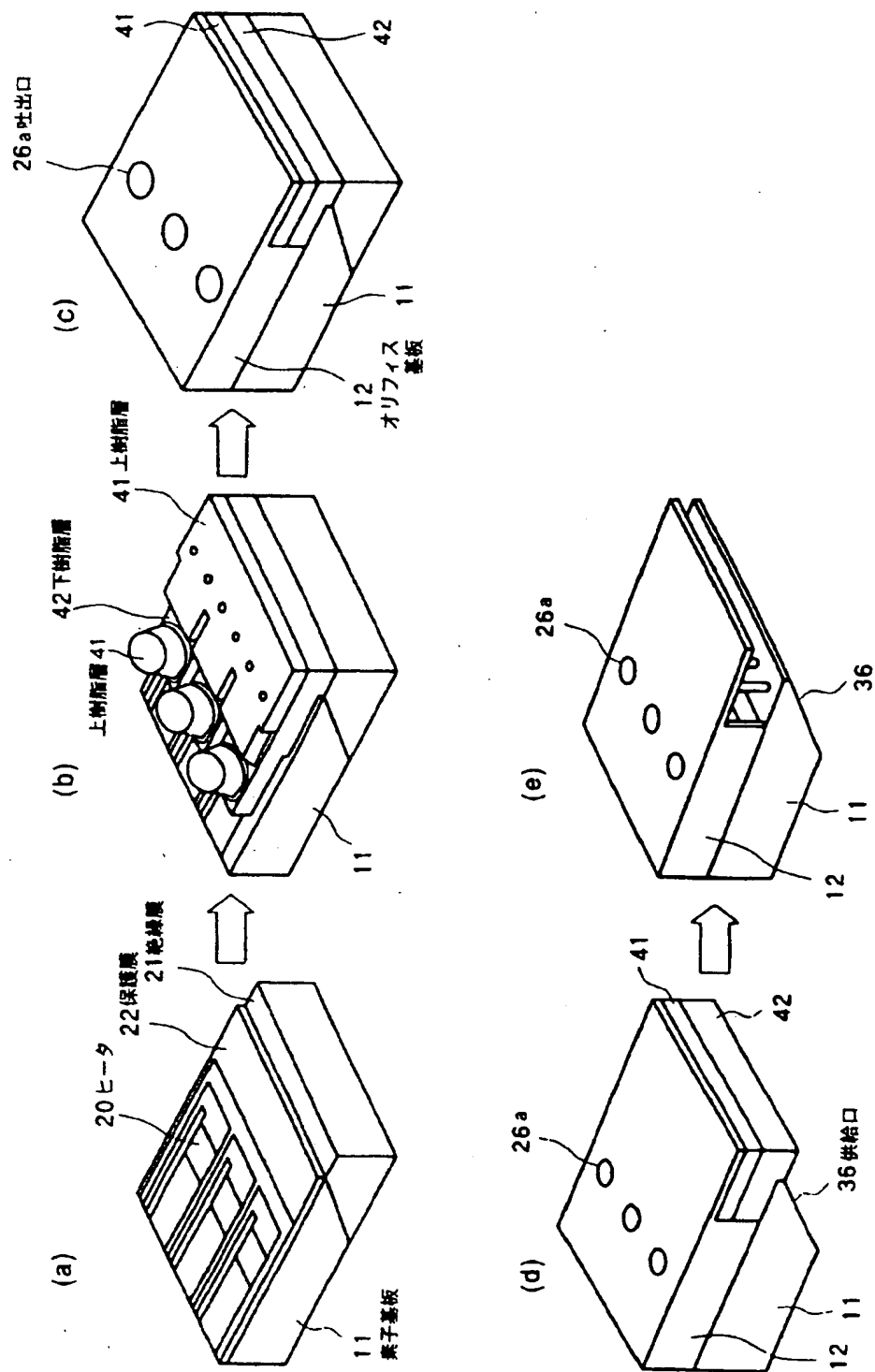
【図 6】



【図 7】



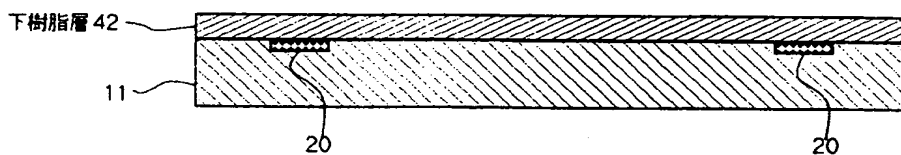
【図 8】



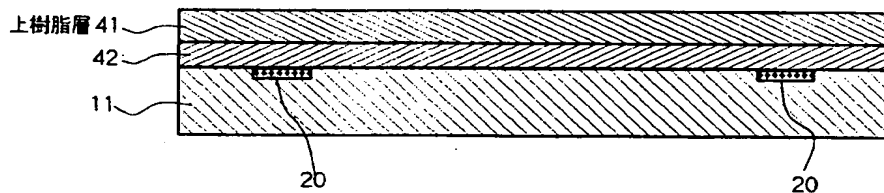
【図 9】



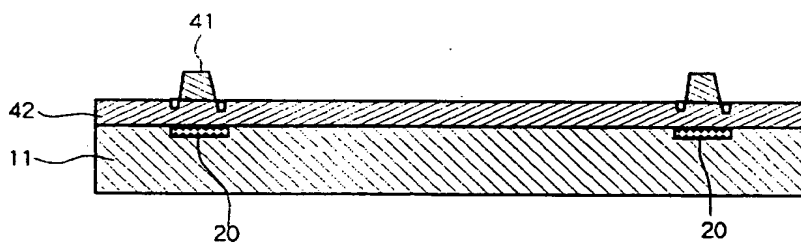
(a)



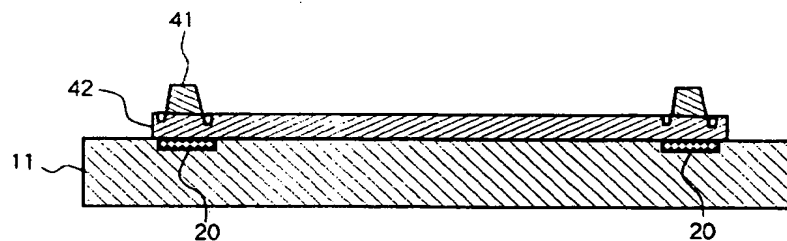
(b)



(c)

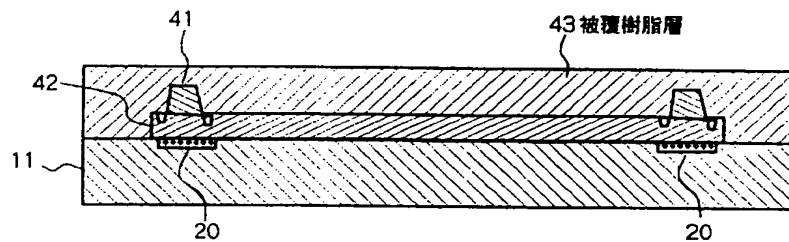


(d)

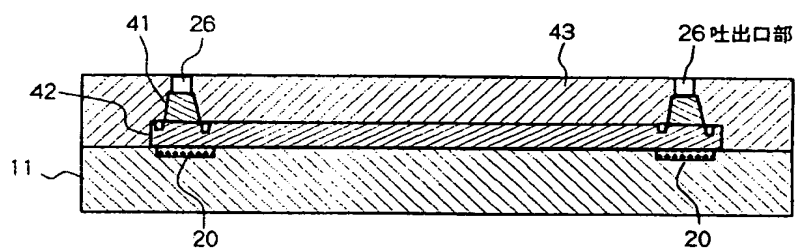


(e)

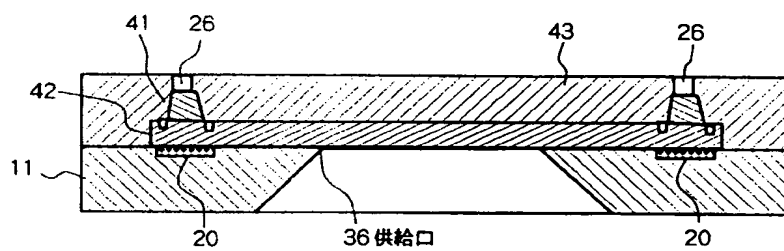
【図 10】



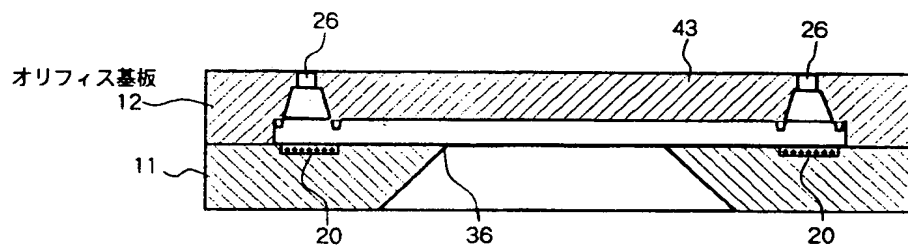
(a)



(b)



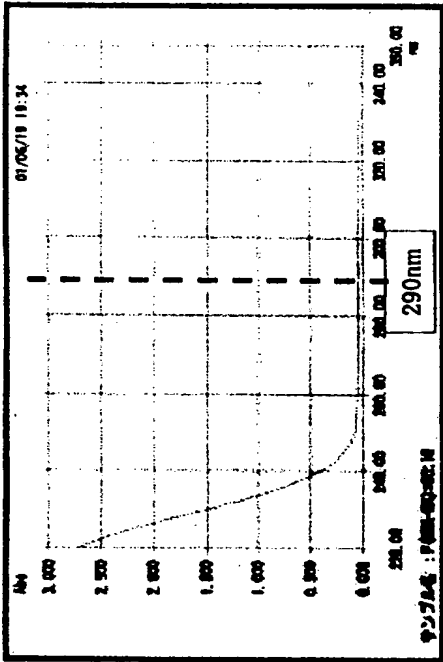
(c)



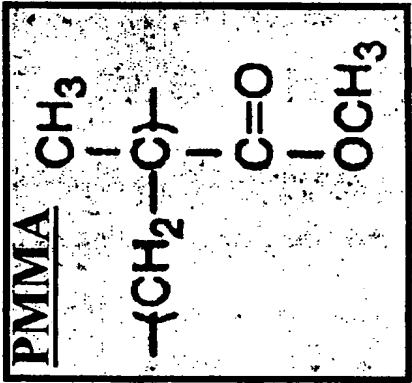
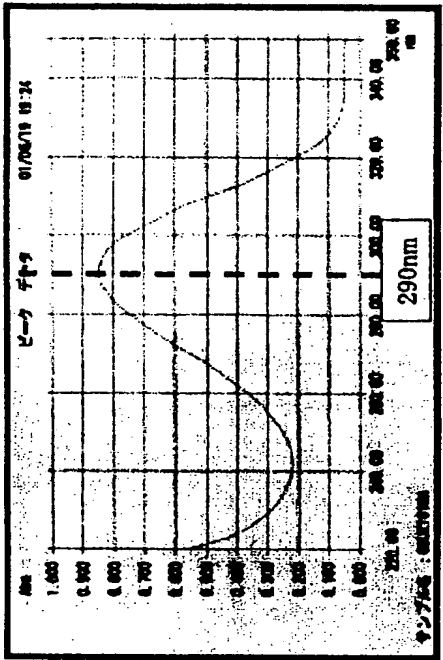
(d)

【図 12】

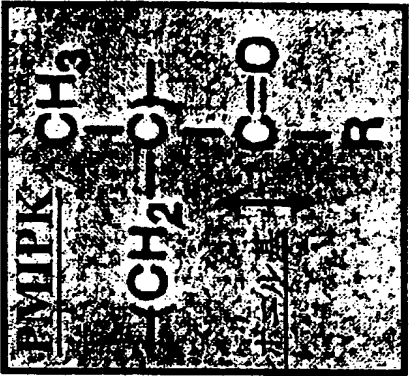
PMMAの吸収スペクトル



ODURの吸収スペクトル

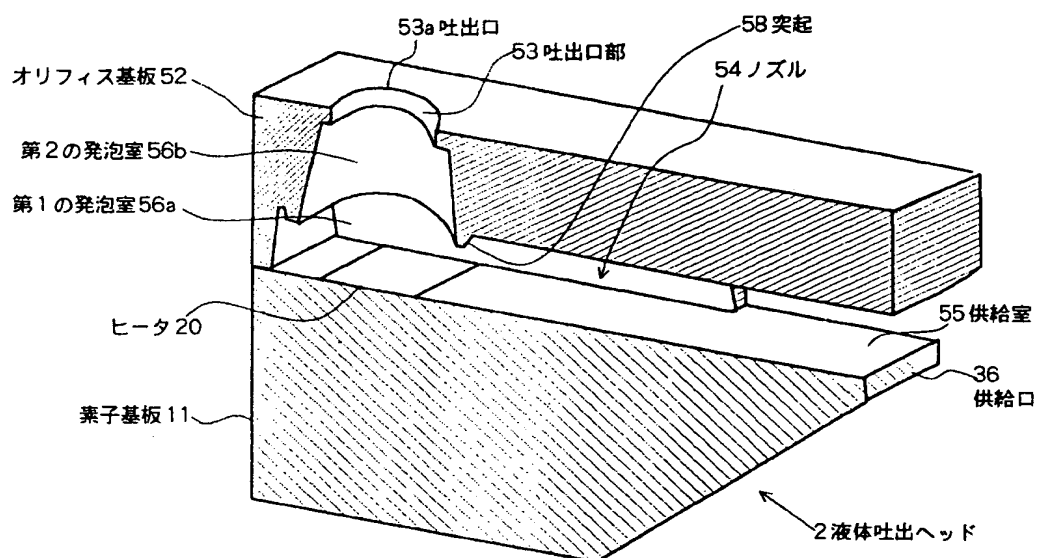


カルボキシシル基

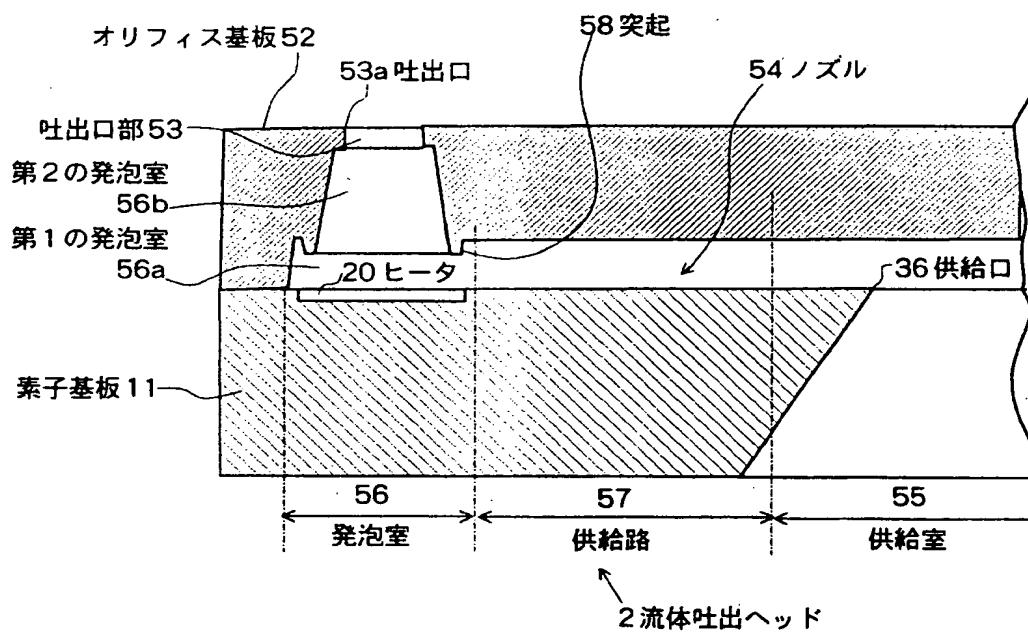


カルボキシシル基

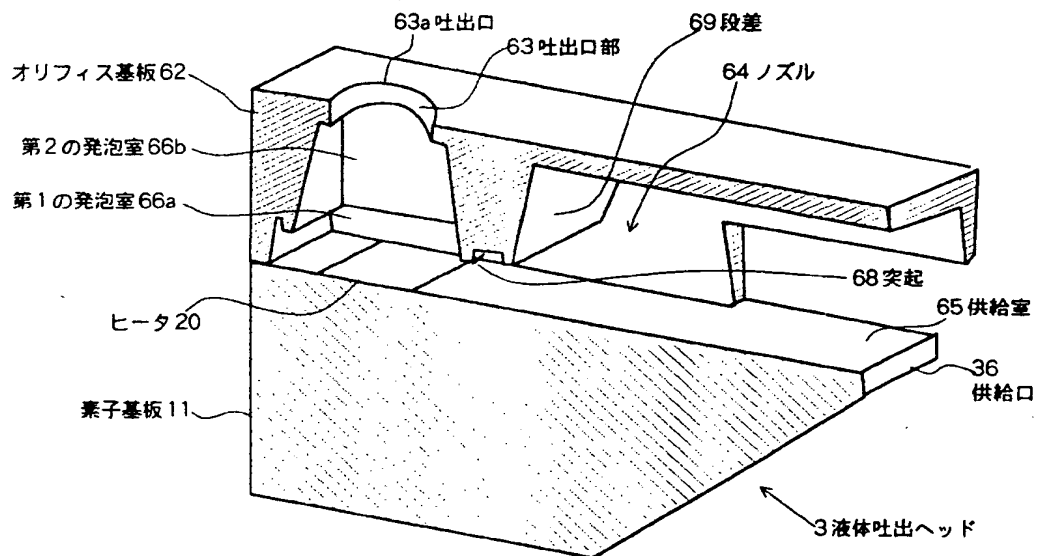
【図 13】



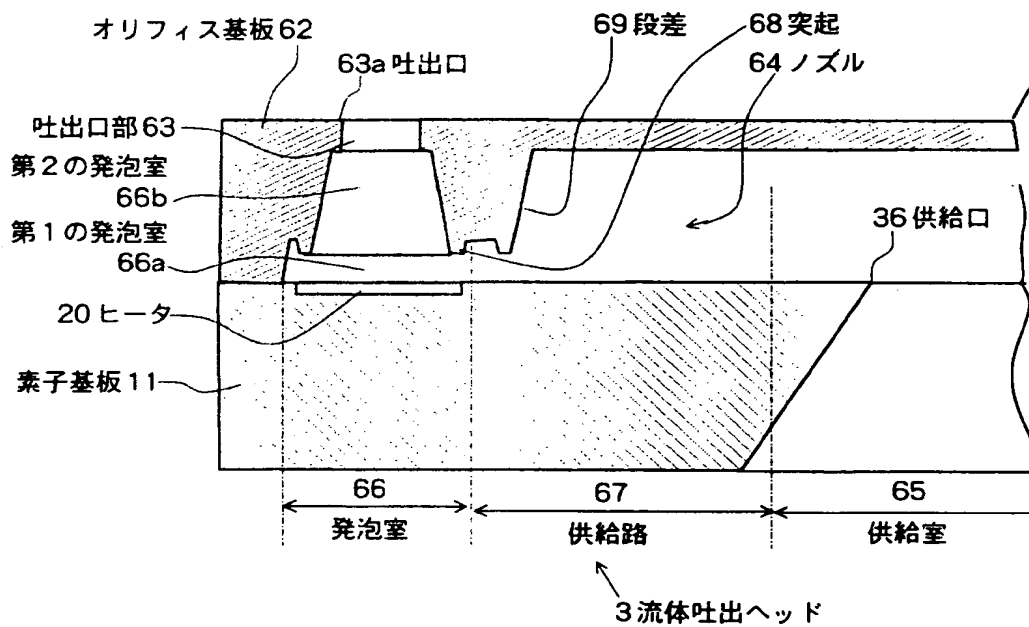
【図 14】



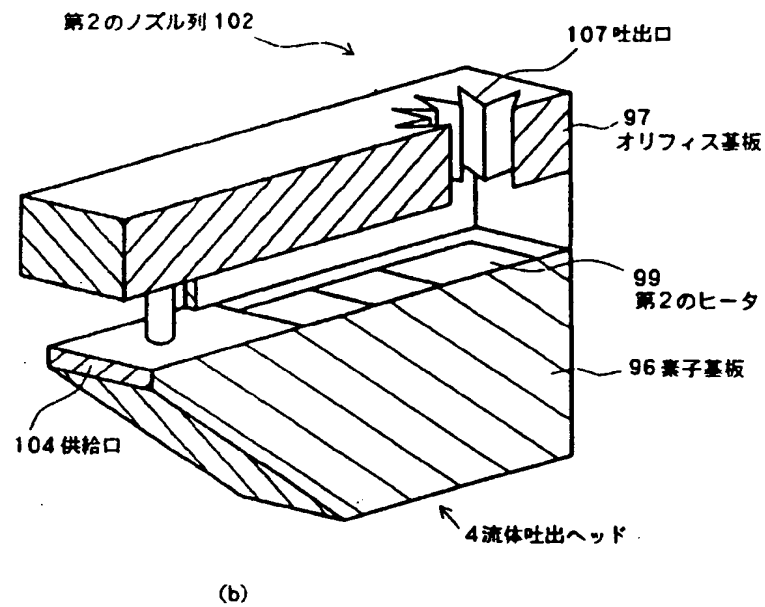
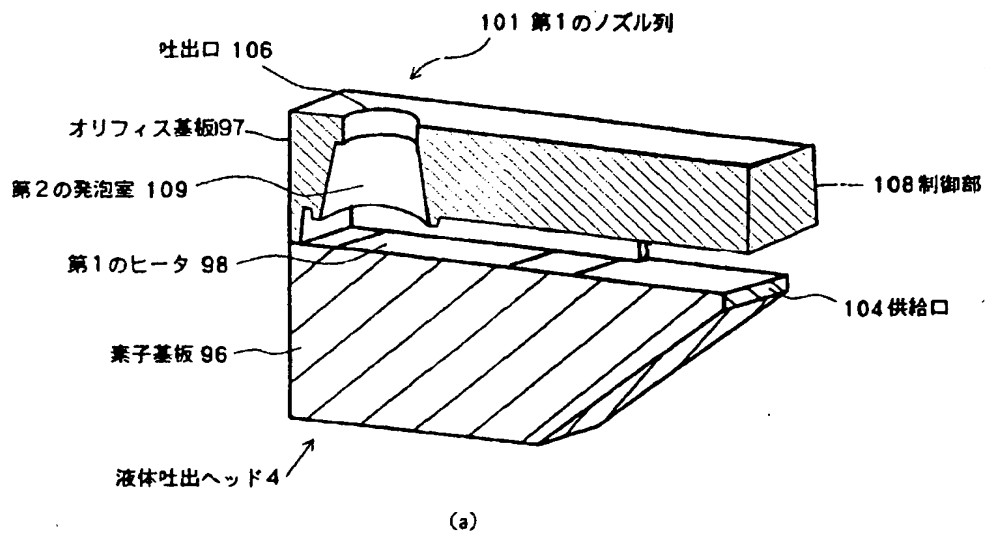
【図 15】



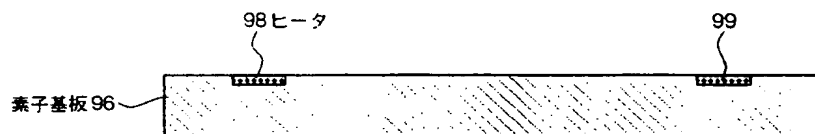
【図 16】



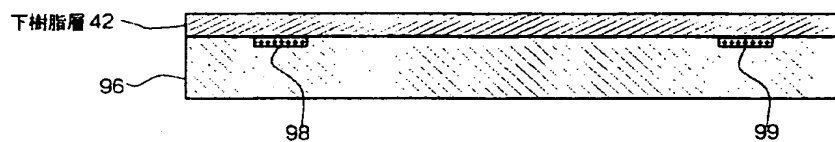
【図 17】



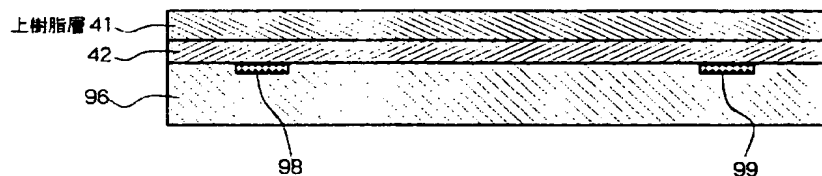
【図 18】



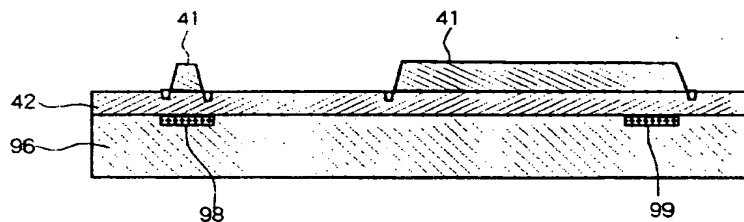
(a)



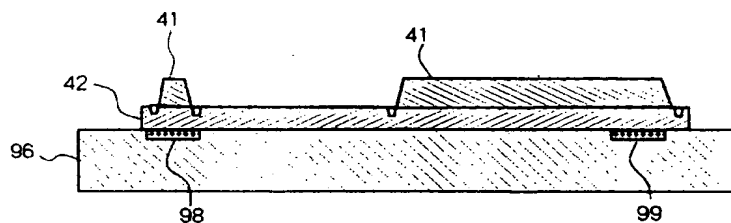
(b)



(c)

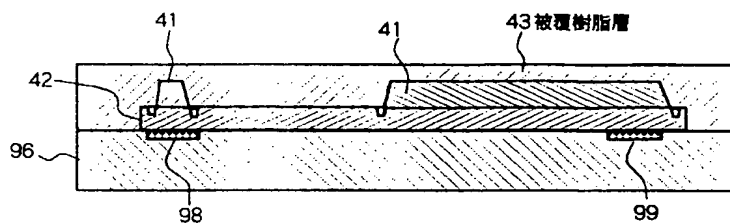


(d)

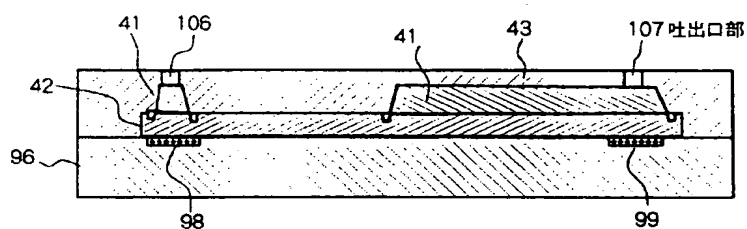


(e)

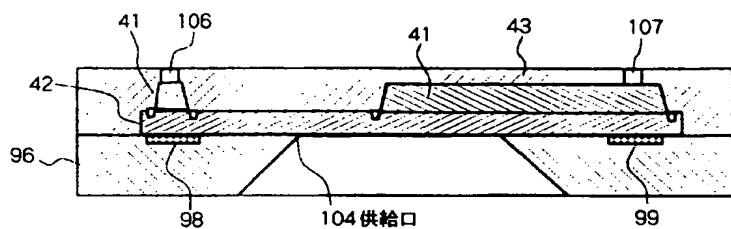
【図 19】



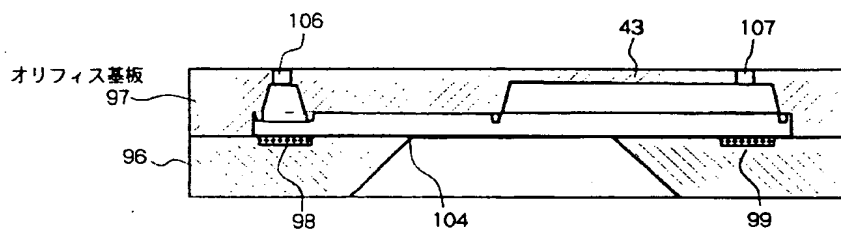
(a)



(b)



(c)



(d)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 液滴の吐出速度の高速化、液滴の吐出量の安定化を図り、液滴の吐出効率を向上することができる液体吐出ヘッドとその製造方法を提供する。

【解決手段】 液体吐出ヘッド 1 は、ヒータ 20 と、ヒータ 20 が設けられた素子基板 11 と、液滴を吐出する吐出口 26a を有する吐出口部 26、発泡室、および発泡室に液体を供給するための供給路を有するノズル 27 と、ノズル 27 に液体を供給するための供給室 28 とを有するオリフィス基板 12 とを備え、発泡室は第 1 の発泡室 31a とその上の第 2 の発泡室 32b とからなり、第 2 の発泡室上に吐出口部 26 が段差をもって連通され、かつ、第 2 の発泡室 32b の側壁が、 $10 \sim 45^\circ$ の傾斜で吐出口方向に縮小しており、第 1 の発泡室 31a の上面の、第 2 の発泡室 31b に連通する開口に接する周辺部分には、その開口を取り囲んで素子基板 11 の主面方向に向かう突起 33 が連続して形成されている。

【選択図】 図 4

特願 2002-201875

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000001007]

1. 変更年月日

1990年 8月30日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名

キャノン株式会社